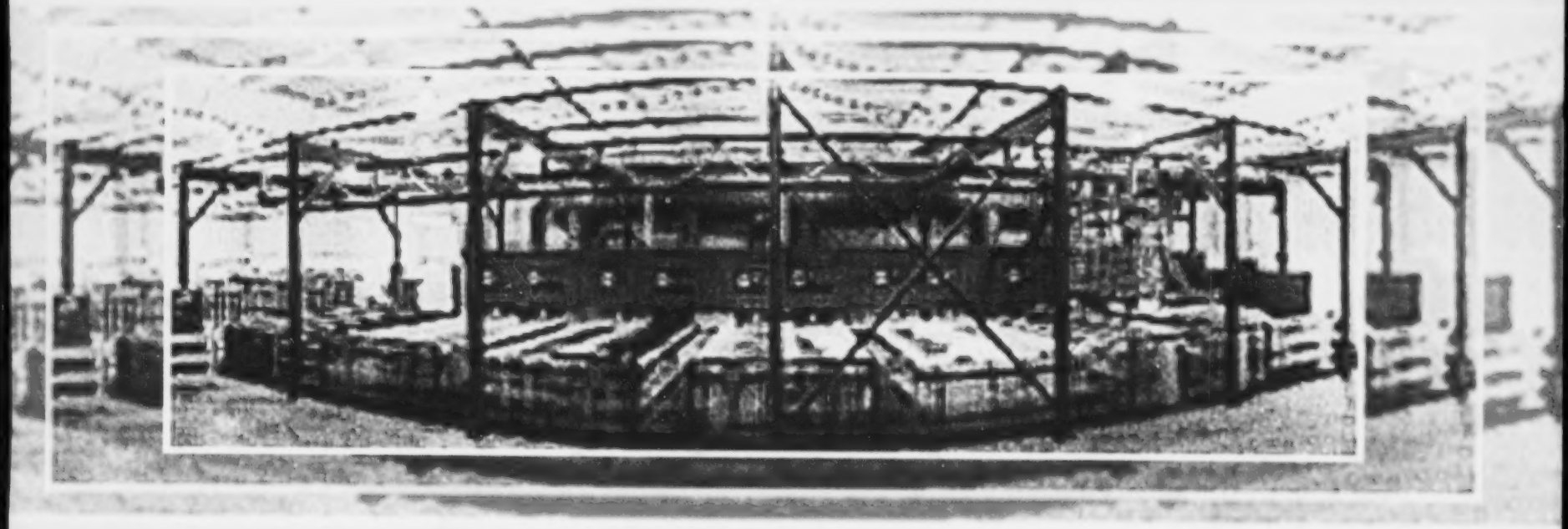
Électrodéposition et galvanisation

Guide des moyens de contrôle des contaminants de l'air



La prévention, j'y travaille !
CSST

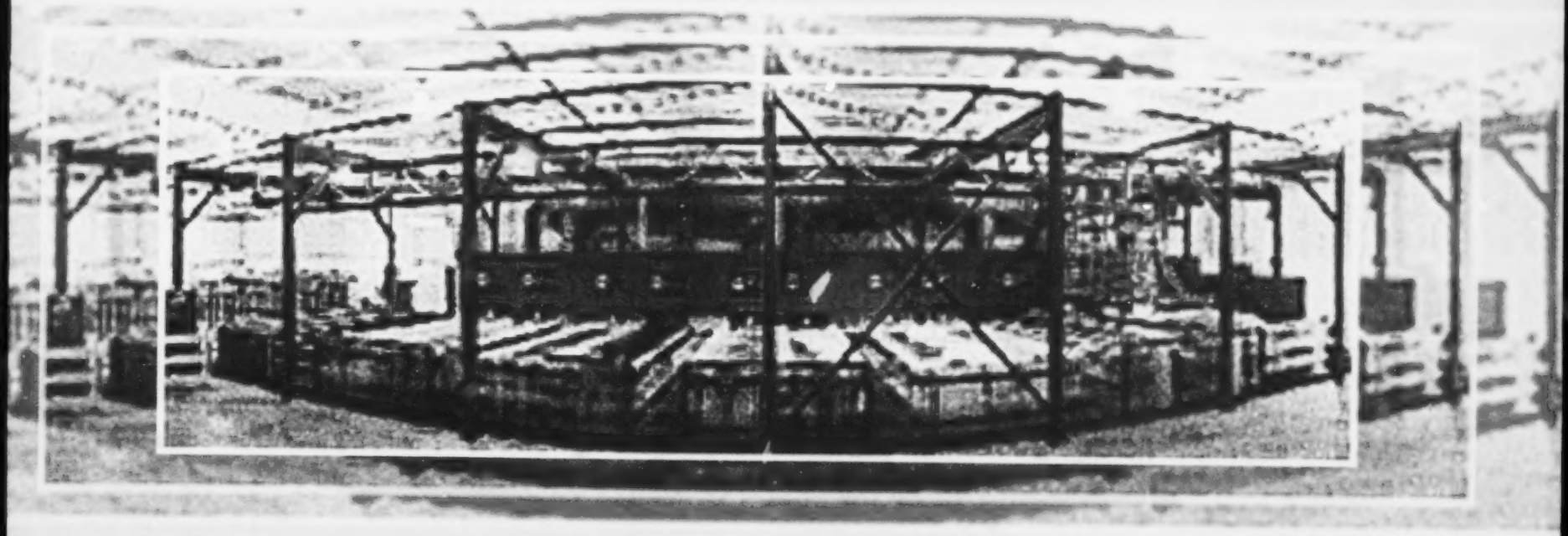
CLSC

ASP MÉTAL ÉLECTRIQUE

Électrodéposition et galvanisation

103-06164/

Guide des moyens de contrôle des contaminants de l'air



Rédaction
Hugues Châteauneuf, Beaulieu inc.

Comité de développement
Charles Milord, CSST, Direction régionale de l'Île-de-Montréal – 4
France Desjardins, ASP Fabrication de produits en métal et de produits électriques
Annie Potvin, CLSC Lac-Saint-Louis
Luc Ouellet, CLSC Montréal-Nord, CHSLD Paul-Lizotte

Validation
Louis Lazure, IRSST
Régis Tremblay, CLSC Lac-Saint-Louis
Pierre Allard, Honeywell Aérospatiale inc.
Carmélo Fredeling, Honeywell Aérospatiale inc.
Marc Lanthier, Honeywell Aérospatiale inc.
Richard Rousseau, Placage R.T. Plating ltée
François Lamarre, CSST, Direction régionale de l'Île-de-Montréal – 4
Marie-Josée Ross, ASP Fabrication de produits en métal et de produits électriques
Michèle Paquette, CSST, Direction des relations avec les partenaires
Luc Ménard, CSST, Direction de la prévention-inspection
Maurice Beaudet, Beaulieu inc.

Révision linguistique
Fanny Provençal et Claudette Lefebvre,
CSST, Direction des communications

Conception graphique
Studio Gysin
Édition électronique et illustrations
André Vachon

Impression
Imprimerie L'Empreinte inc.

Suivi d'impression et de distribution
Lise Tremblay, CSST, Direction des communications

© Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2003
ISBN 2-550-40810-1

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes ayant validé ce document de leurs commentaires et suggestions.

Nous tenons également à remercier les organismes et les auteurs qui nous ont permis de reproduire des illustrations ou des tableaux provenant de leurs documents ou de nous en inspirer.

Table des matières

Introduction 4

Objectif 5

Description des procédés 6

Électrodéposition 6
Galvanisation 7
Autres procédés 7

Modes d'exposition 8

Caractérisation des risques 9
Indice de toxicité 9
Indice d'émission 10
Niveau global de risque (NGR) 11

Moyens de contrôle 12

Réduction à la source 12

Captage à la source 13
1. Couvercle ventilé 13
2. Système d'aspiration à fentes (*slot ventilation*) 14
3. Ventilation par aspiration-soufflage (*push-pull*) 18
4. Tunnel ventilé 18
5. Ventilation sous enceinte 19
6. Hotte supérieure (*canopy hood*) 19

Ventilation générale 22
1. Dilution 22
2. Ventilation par déplacement d'air 23

Choix d'un moyen de contrôle 24

Vérification de l'efficacité des moyens de contrôle 25
- Observation visuelle et perception des odeurs 25
- Utilisation de tubes fumigènes 25
- Évaluation de la vitesse de l'air 25
- Mesure des contaminants en zone respiratoire 25
- Mesure de la pression statique 26

Surveillance et entretien préventif 26

Annexes 27

1. Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant 28

2. Présentation des procédés de décapage, des contaminants et du NGR correspondant 39

3. Avantages, inconvénients et paramètres de fonctionnement optimal des différents moyens de contrôle 42

4. Estimation des débits d'aspiration 45

5. Vérification et entretien d'un système de ventilation 47

Références 49

Introduction

L'utilisation de nombreux produits chimiques dans le domaine de l'électrodéposition et de la galvanisation constitue une source de danger pour les travailleurs. De plus, dans bien des cas, les méthodes actuelles d'évaluation ne permettent pas de déterminer avec précision le niveau de risque. Ce guide a donc été conçu pour pallier cette lacune et pour faciliter la recherche de solutions visant à mieux contrôler les contaminants émis dans l'air.

Ce guide est une synthèse vulgarisée de différents documents publiés dans le domaine de l'électrodéposition et de la galvanisation. Il s'inspire principalement d'ouvrages provenant de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) et de l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH). Le présent guide traite des principes généraux de ces procédés, des contaminants qu'ils peuvent produire et du niveau de risque qu'ils présentent. Plusieurs moyens de contrôle sont également proposés, accompagnés de leurs avantages, de leurs inconvénients et de leurs paramètres de fonctionnement optimal.

Ce guide vise également à aider les responsables des établissements et les intervenants en santé et en sécurité du travail à faire les bons choix quant aux moyens de contrôle. Ce n'est toutefois pas un outil de conception. Il ne s'agit que d'un document de référence pouvant servir à poser un diagnostic et à trouver les moyens de contrôle appropriés.

Mises en garde

- **L'utilisation par l'employeur de l'information contenue dans ce document ne le soustrait en rien aux obligations prescrites par la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (S-2.1) et les règlements qui s'y rattachent.**
- **Les suggestions présentées dans ce guide n'ont aucune valeur juridique et ne peuvent pas être utilisées dans ce sens.**

Objectif

Ce guide vise l'amélioration de la qualité de l'air afin de protéger les travailleurs des émanations nocives provenant des bassins d'électrodéposition ou de galvanisation et propose une démarche pour y parvenir. La figure 1 présente cette démarche de prévention.

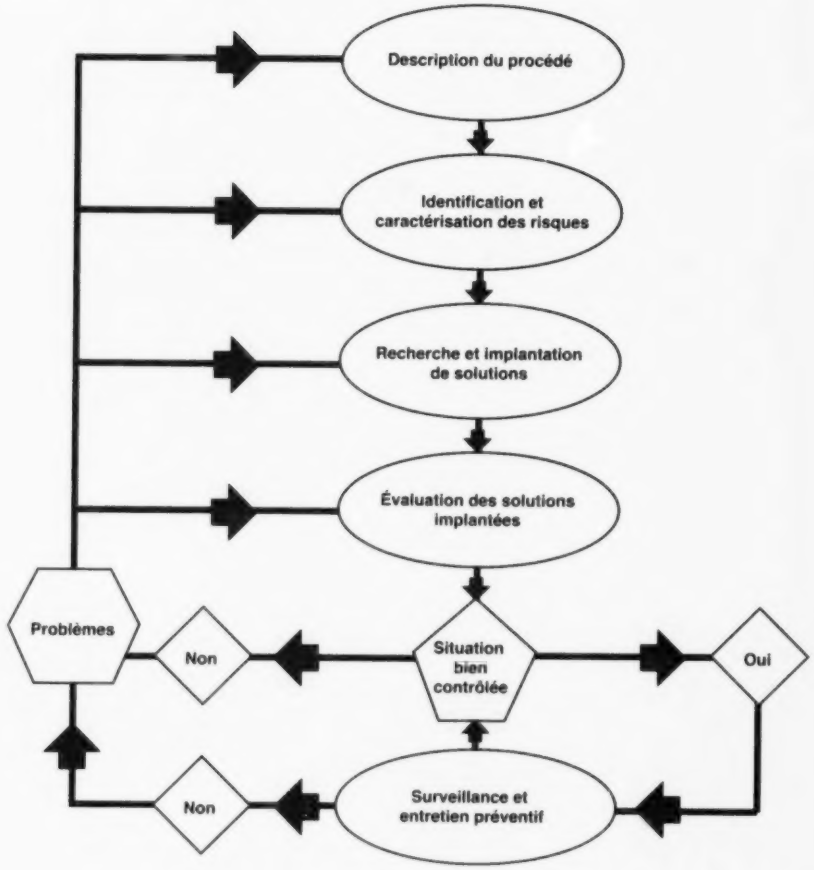


Figure 1 : Démarche générale de prévention

Description des procédés

Le procédé d'électrodéposition ou de galvanisation s'effectue en plusieurs étapes. Les pièces sont :

- nettoyées (dégraissage, décapage, etc.) dans différents bassins de composition variable ;
- plongées dans les divers bassins de traitement.

Un rinçage à l'eau entre le nettoyage et le traitement est souvent nécessaire afin d'éviter la mise en contact de substances chimiques non compatibles et la contamination des bassins.

Électrodéposition

La pièce à recouvrir par électrodéposition est placée dans un bassin contenant un sel métallique en solution. Elle est connectée au pôle négatif d'une source d'électricité, tandis que l'autre pôle est relié à une électrode constituée par le métal à déposer (voir la figure 2). Sous l'action du courant électrique, les ions métalliques se déposent sur l'objet et forment une pellicule métallique. Les métaux les plus fréquemment utilisés pour l'électrodéposition sont l'étain, le cadmium, le chrome, le cuivre, l'argent, le plomb, le nickel, l'or et le zinc.

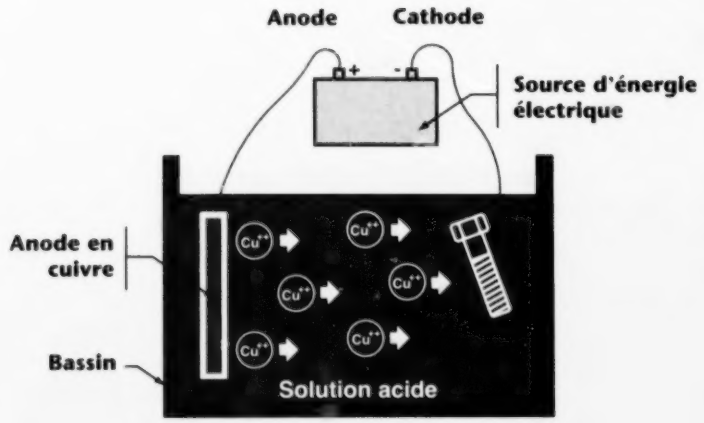


Figure 2 : Exemple d'un procédé d'électrodéposition de cuivre

Description des procédés

Galvanisation

Le principe de la galvanisation est un peu différent, car il ne requiert pas de courant électrique. Le procédé consiste à recouvrir de zinc des pièces de métal ferreux (fer, acier et fonte). Les pièces à galvaniser, après avoir été nettoyées et bien rincées, sont plongées dans un flux[1] de chlorure de zinc et d'ammonium (bassin qui prépare la surface de l'objet pour la galvanisation), puis immergées dans un bassin de zinc en fusion. Le revêtement ainsi obtenu résiste très bien à la corrosion.

Autres procédés

L'anodisation et le traitement de surface sont parmi les autres procédés fréquemment utilisés. Comme il s'agit de procédés similaires, les mêmes moyens de contrôle peuvent être employés.

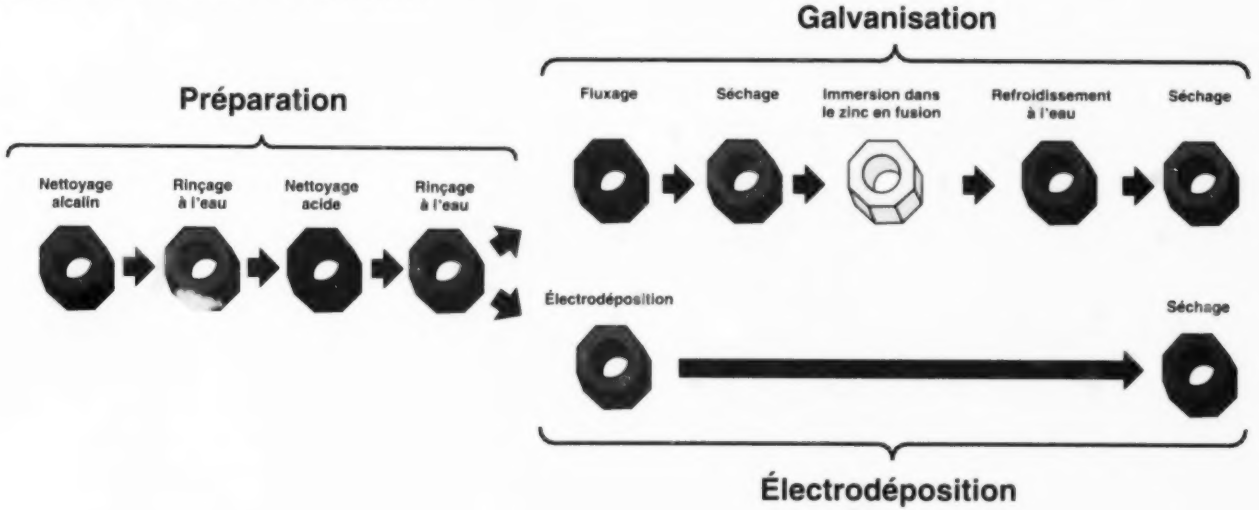


Figure 3 : Procédé de galvanisation et d'électrodéposition

1. Substances variées destinées à éliminer les oxydes, à favoriser le mouillage du métal de base par le métal d'apport liquide et à protéger le métal d'apport et le métal de base contre l'oxydation - Office québécois de la langue française.

Modes d'exposition

Les substances toxiques entrent en contact avec l'organisme par la peau, les yeux et les voies respiratoires ou digestives.

Certains modes d'exposition sont liés à la présence dans l'air de contaminants sous forme de gaz, de vapeur ou d'aérosols. Le niveau d'exposition du travailleur aux contaminants est probablement plus élevé lorsqu'il se trouve près de la source d'émission. La vapeur ou les aérosols, en se déposant, peuvent aussi produire une contamination de surface.

Mode d'exposition	Description	Exemple de contamination
Contact direct	Les contaminants sont en contact avec la peau, les yeux ou les muqueuses.	Le travailleur entre en contact avec les contaminants déposés sur les surfaces de travail.
Inhalation	Les contaminants pénètrent dans l'organisme par les voies respiratoires.	Le travailleur sans protection respiratoire se trouve au-dessus d'un bassin non ventilé d'où se dégage un brouillard acide.
Ingestion	Les contaminants pénètrent dans l'organisme par les voies digestives.	Le travailleur ne se lave pas les mains avant d'aller manger ou de fumer une cigarette.

Chacun de ces trois modes d'exposition peut avoir des effets sur la santé des travailleurs. Ces effets peuvent être :

- **aigus** : effets à court terme, qui peuvent aller de la simple irritation à la mort (exemple : exposition au cyanure d'hydrogène) ;
- **chroniques** : effets à long terme causés principalement par une exposition prolongée ou répétée aux contaminants (exemple : perforation de la cloison nasale provoquée par une exposition répétée à l'acide chromique).

Caractérisation des risques

La caractérisation des risques doit être faite de façon rigoureuse, car elle est déterminante pour la poursuite de la démarche générale de prévention. Cette partie constitue donc la partie la plus importante du document.

Les différents risques décelés dépendent des procédés et sont associés :

- à la nature des substances contenues dans les bassins ;
- à la nature des opérations ;
- aux conditions relatives aux opérations.

La démarche globale proposée s'inspire de documents publiés par l'INRS et l'ACGIH. En effet, l'INRS a élaboré un système de classification du risque fondé sur deux indices :

- l'indice de toxicité ;
- l'indice d'émission.

C'est l'association de ces deux indices qui permet de déterminer le niveau global de risque (NGR).

Indice de toxicité

L'indice qui correspond au degré de toxicité du contaminant émis est représenté par les lettres A, B, C ou D (A étant le degré de toxicité le plus élevé). Les contaminants des bassins pris en compte sont ceux qui se retrouvent dans l'atmosphère sous forme de gaz, de vapeur ou d'aérosols.

L'indice de toxicité est établi à partir de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) ou de la valeur d'exposition de courte durée ou plafond (VECD/plafond) définie dans le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*. Le tableau 1 présente ces indices.

Caractérisation des risques

Indice de toxicité	VEMP ou VECD/plafond	
	Gaz ou vapeur (ppm)	Aérosols (mg/m³)
A	VEMP ou VECD/plafond ≤ 10	VEMP ou VECD/plafond ≤ 0,1
B	10 < VEMP ou VECD/plafond ≤ 100	0,1 < VEMP ou VECD/plafond ≤ 1
C	100 < VEMP ou VECD/plafond ≤ 500	1 < VEMP ou VECD/plafond ≤ 10
D	VEMP ou VECD/plafond > 500	VEMP ou VECD/plafond > 10

Tableau 1 : Indice de toxicité

Exemples

- Le chrome VI (acide chromique), **VEMP 0,05 mg/m³**, a un indice de toxicité **A**.
- L'acide sulfurique, **VEMP 1 mg/m³**, a un indice de toxicité **B**.
- L'hydroxyde de sodium, **VECD/plafond 2 mg/m³**, a un indice de toxicité **C**.

Toutes les substances ont un indice de toxicité fixe, quels que soient les procédés utilisés. Ces indices ne valent toutefois que pour le mode d'exposition aux contaminants par les voies respiratoires.

Indice d'émission

L'indice qui correspond à la quantité de contaminants émis est représenté par les chiffres **1**, **2**, **3** ou **4** (**1** étant l'émission la plus forte). Cette quantité dépend de nombreux facteurs :

- Concentration de la solution des bassins ;
- Température d'utilisation par rapport au point d'ébullition ;
- Agitation ;
- Dégagement gazeux des procédés électrolytiques et chimiques (*gassing*)[2].

Exemples

- Le décapage des oxydes d'aluminium par une solution d'acide chromique et sulfurique libère du brouillard acide. Son indice d'émission est de **3**.
- L'anodisation de l'aluminium par une solution d'acide chromique et sulfurique libère aussi du brouillard d'acide chromique et son indice d'émission est de **1**.

Les tableaux des annexes 1 et 2 présentent l'ensemble de ces indices (toxicité et émission) en fonction des procédés.

2. Le *gassing* correspond à la formation chimique ou électrochimique de petites bulles de gaz sous la surface du liquide. Ce phénomène entraîne la formation de gouttelettes au-dessus de la solution. Il ne faut toutefois pas le confondre avec l'évaporation, car l'on trouve parfois ce phénomène dans des liquides froids.

Caractérisation des risques

Niveau global de risque (NGR)

Le croisement de l'indice de toxicité et de l'indice d'émission permet d'obtenir 16 combinaisons allant de A1 pour les procédés à très haut risque (substances très toxiques produites en quantités importantes) à D4 (substances peu nocives produites en très faibles quantités).

Ces combinaisons, représentées par des chiffres romains, constituent ce que l'on appelle le niveau global de risque (NGR). Il existe six NGR (voir le tableau 2).

Les tableaux des annexes 1 et 2 présentent une liste non exhaustive des procédés et des NGR correspondants.

Cette classification permet d'établir un plan d'action visant la mise en place de moyens de contrôle en tenant compte du NGR. En effet, les débits d'air requis par un système de ventilation pour contrôler les contaminants peuvent varier selon le NGR.

Indice d'émission	Indice de toxicité			
	A	B	C	D
1	I	II	II	V
2	I	II	III	V
3	II	III	IV	VI
4	IV	IV	VI	VI

Tableau 2 : Niveau global de risque (NGR)

Le niveau global de risque permet également de déterminer si un captage à la source est nécessaire. Les recommandations quant au choix du système de ventilation sont les suivantes :

- Si le **NGR** est de **I, II, III** ou **IV**, un captage localisé est fortement conseillé. Les débits d'aspiration recommandés varient selon le NGR.
- Un **NGR** équivalant à **V** signifie que les opérations dégagent des contaminants peu nocifs, mais en quantités importantes. Le captage de ces contaminants n'est pas obligatoire, mais il est souhaitable pour le confort des travailleurs.
- Un **NGR** équivalant à **VI** constitue un risque minime et il ne requiert aucun captage à la source.

Caractérisation des risques

Niveau global de risque (NGR)

Le croisement de l'indice de toxicité et de l'indice d'émission permet d'obtenir 16 combinaisons allant de A1 pour les procédés à très haut risque (substances très toxiques produites en quantités importantes) à D4 (substances peu nocives produites en très faibles quantités).

Ces combinaisons, représentées par des chiffres romains, constituent ce que l'on appelle le niveau global de risque (NGR). Il existe six NGR (voir le tableau 2).

Les tableaux des annexes 1 et 2 présentent une liste non exhaustive des procédés et des NGR correspondants.

Cette classification permet d'établir un plan d'action visant la mise en place de moyens de contrôle en tenant compte du NGR. En effet, les débits d'air requis par un système de ventilation pour contrôler les contaminants peuvent varier selon le NGR.

Indice d'émission	Indice de toxicité			
	A	B	C	D
1	I	II	II	V
2	I	II	III	V
3	II	III	IV	VI
4	IV	IV	VI	VI

Tableau 2 : Niveau global de risque (NGR)

Le niveau global de risque permet également de déterminer si un captage à la source est nécessaire. Les recommandations quant au choix du système de ventilation sont les suivantes :

- Si le **NGR** est de **I, II, III** ou **IV**, un captage localisé est fortement conseillé. Les débits d'aspiration recommandés varient selon le NGR.
- Un **NGR** équivalant à **V** signifie que les opérations dégagent des contaminants peu nocifs, mais en quantités importantes. Le captage de ces contaminants n'est pas obligatoire, mais il est souhaitable pour le confort des travailleurs.
- Un **NGR** équivalant à **VI** constitue un risque minime et il ne requiert aucun captage à la source.

Moyens de contrôle

La présente section propose des moyens de contrôler les émissions de contaminants dans l'air. Voici les trois principaux :

- Réduction des émissions à la source
- Captage des contaminants à la source
- Dilution des contaminants (ventilation générale)

La combinaison de plusieurs moyens de contrôle peut être envisagée afin de réduire les émissions de contaminants dans l'air. Toutefois, comme le stipule l'article 2 de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail*, il est essentiel de toujours privilégier l'élimination à la source comme moyen de contrôle.

Réduction à la source

Il existe plusieurs moyens de réduire les émissions à la source :

- Substituer aux matières premières toxiques ou volatiles d'autres matières moins toxiques ou moins volatiles.
- Ajouter des substances chimiques telles que mousses, inhibiteurs d'évaporation ou réducteurs de tension de surface (agents tensio-actifs) pour former un couvercle chimique à la surface des bassins.
- Recouvrir la surface des bassins avec des flotteurs afin de limiter l'évaporation (voir la figure 4).
- Installer des couvercles simples sur les bassins peu utilisés.
- Contrôler les paramètres physiques et chimiques tels que la température, l'agitation ou le pH.
- Choisir la configuration des bassins de façon à réduire la surface d'émission (bassins en hauteur) (voir la figure 5).

Ces différentes solutions, ainsi que leurs avantages, leurs inconvénients et leurs paramètres de fonctionnement optimal, sont regroupées au tableau 1 de l'annexe 3.

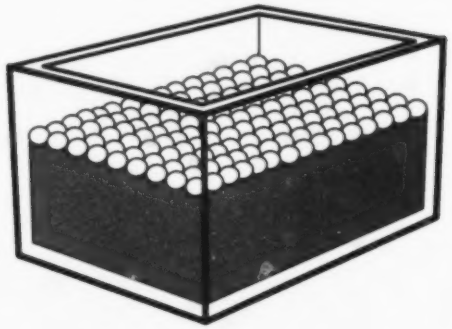


Figure 4 : Flotteurs (billes de polypropylène)

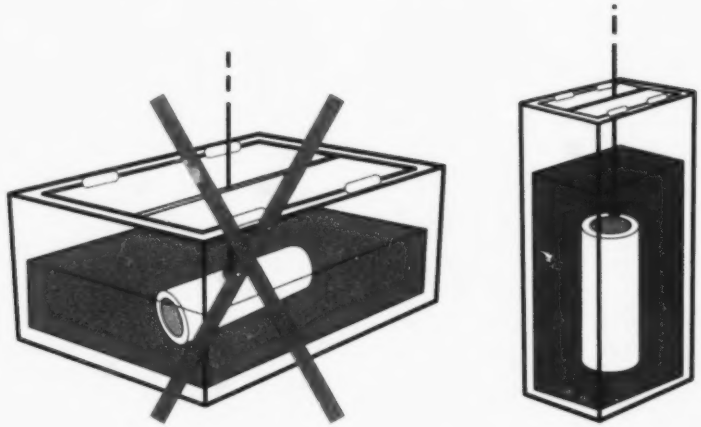


Figure 5 : Bassin en hauteur

Moyens de contrôle

Captage à la source

Le captage à la source permet d'aspirer les contaminants le plus près possible de leur point d'émission. Ce moyen est souvent à privilégier pour les raisons suivantes :

- Il s'agit du mode de ventilation le plus efficace pour réduire l'exposition des travailleurs aux contaminants.
- Il est plus facile de capter les contaminants à la source, c'est-à-dire avant qu'ils ne se dispersent dans l'usine.
- Le volume d'air nécessaire peut être moindre que celui requis pour la ventilation générale.

Mises en garde

- **L'air évacué à l'extérieur par captage à la source doit être remplacé par de l'air frais.**
- **Plusieurs contaminants ne peuvent pas être remis en circulation dans le système de ventilation. Référez-vous à l'annexe I du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST).**
- **Le captage à la source ne remplace pas les quatre changements d'air à l'heure obligatoires dans toute usine d'électrodéposition ou de galvanisation, mais il contribue à diminuer la présence de contaminants dans l'air.**

Il existe plusieurs techniques de captage à la source. Une brève description est présentée pour huit d'entre elles :

- Couvercle ventilé
- Système d'aspiration à fentes
  - Aspiration sur le contour
  - Hotte latérale
  - Hotte à rideau d'eau
- Ventilation par aspiration-soufflage
- Tunnel ventilé
- Ventilation sous enceinte
- Hotte supérieure

Pour plus de détails sur les avantages et les inconvénients de chacune de ces techniques, voir le tableau 2 de l'annexe 3.

1 Couvercle ventilé

Le principe du couvercle ventilé est d'empêcher la dispersion des contaminants en maintenant une légère dépression à l'intérieur du bassin (faible débit d'aspiration) lorsque le couvercle est fermé.

Il existe deux dispositifs ayant chacun une efficacité et une application différentes :

- Dispositif sans augmentation de débit à l'ouverture du couvercle. Le débit d'aspiration est faible lorsque le couvercle est fermé, et l'efficacité de captage est nulle

Moyens de contrôle

Captage à la source

Le captage à la source permet d'aspirer les contaminants le plus près possible de leur point d'émission. Ce moyen est souvent à privilégier pour les raisons suivantes :

- Il s'agit du mode de ventilation le plus efficace pour réduire l'exposition des travailleurs aux contaminants.
- Il est plus facile de capter les contaminants à la source, c'est-à-dire avant qu'ils ne se dispersent dans l'usine.
- Le volume d'air nécessaire peut être moindre que celui requis pour la ventilation générale.

Mises en garde

- **L'air évacué à l'extérieur par captage à la source doit être remplacé par de l'air frais.**
- **Plusieurs contaminants ne peuvent pas être remis en circulation dans le système de ventilation. Référez-vous à l'annexe I du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST).**
- **Le captage à la source ne remplace pas les quatre changements d'air à l'heure obligatoires dans toute usine d'électrodéposition ou de galvanisation, mais il contribue à diminuer la présence de contaminants dans l'air.**

Il existe plusieurs techniques de captage à la source. Une brève description est présentée pour huit d'entre elles :

- Couvercle ventilé
- Système d'aspiration à fentes
  - Aspiration sur le contour
  - Hotte latérale
  - Hotte à rideau d'eau
- Ventilation par aspiration-soufflage
- Tunnel ventilé
- Ventilation sous enceinte
- Hotte supérieure

Pour plus de détails sur les avantages et les inconvénients de chacune de ces techniques, voir le tableau 2 de l'annexe 3.

1 Couvercle ventilé

Le principe du couvercle ventilé est d'empêcher la dispersion des contaminants en maintenant une légère dépression à l'intérieur du bassin (faible débit d'aspiration) lorsque le couvercle est fermé.

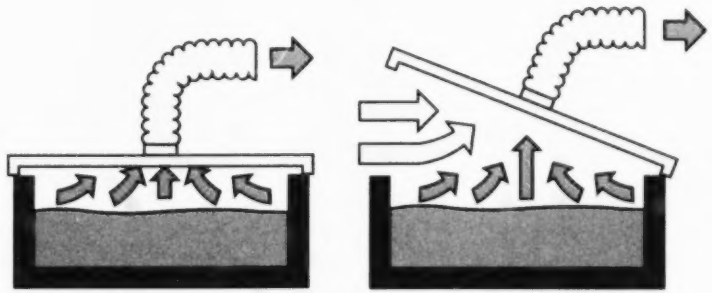
Il existe deux dispositifs ayant chacun une efficacité et une application différentes :

- Dispositif sans augmentation de débit à l'ouverture du couvercle. Le débit d'aspiration est faible lorsque le couvercle est fermé, et l'efficacité de captage est nulle

Moyens de contrôle

lorsque le couvercle est retiré. Ce dispositif est donc recommandé si les procédés utilisés font appel à des produits peu toxiques (NGR V et VI).

- Dispositif avec augmentation de débit à l'ouverture du couvercle. Dans ce cas, un système de régulation provoque une augmentation du débit dès l'ouverture du couvercle (voir la figure 6). Ce dispositif peut donc être utilisé dans toutes les situations (NGR I à VI).



Couvercle fermé :
débit d'aspiration faible

Couvercle ouvert :
débit d'aspiration important

Figure 6 – Couvercle ventilé

Mise en garde

- **Attention au risque d'explosion pouvant survenir par suite de l'accumulation de gaz inflammable sous le couvercle. Il est primordial de couper le courant d'électrolyse avant d'ouvrir le couvercle.**

2 Système d'aspiration à fentes (*slot ventilation*)

a) Aspiration sur le contour

Certains bassins sont munis sur leur contour de fentes aspirantes. Les contaminants sont donc aspirés au fur et à mesure qu'ils sont émis. La figure 7 présente la bulle de captage théorique d'un bassin muni d'un système d'aspiration sur le contour. Une telle ventilation requiert toutefois une importante quantité d'air pour atteindre une efficacité satisfaisante.

Ce type de ventilation est recommandé pour les contaminants de NGR I à VI.

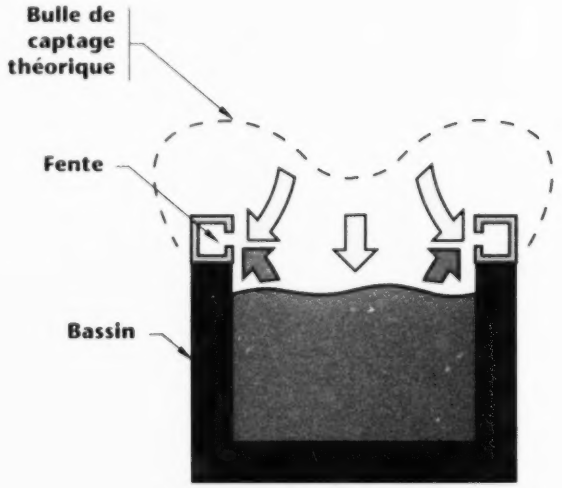
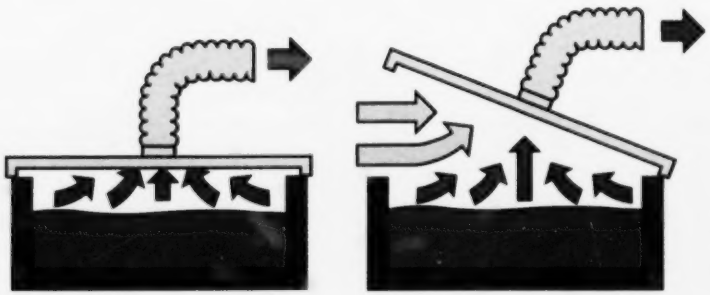


Figure 7 – Aspiration sur le contour

lorsque le couvercle est retiré. Ce dispositif est donc recommandé si les procédés utilisés font appel à des produits peu toxiques (NGR V et VI).

- Dispositif avec augmentation de débit à l'ouverture du couvercle. Dans ce cas, un système de régulation provoque une augmentation du débit dès l'ouverture du couvercle (voir la figure 6). Ce dispositif peut donc être utilisé dans toutes les situations (NGR I à VI).



Couvercle fermé : débit d'aspiration faible

Couvercle ouvert : débit d'aspiration important

Figure 6 : Couvercle ventilé

Mise en garde

- **Attention au risque d'explosion pouvant survenir par suite de l'accumulation de gaz inflammable sous le couvercle. Il est primordial de couper le courant d'électrolyse avant d'ouvrir le couvercle.**

❷ Système d'aspiration à fentes (*slot ventilation*)

a) Aspiration sur le contour

Certains bassins sont munis sur leur contour de fentes aspirantes. Les contaminants sont donc aspirés au fur et à mesure qu'ils sont émis. La figure 7 présente la bulle de captage théorique d'un bassin muni d'un système d'aspiration sur le contour. Une telle ventilation requiert toutefois une importante quantité d'air pour atteindre une efficacité satisfaisante.

Ce type de ventilation est recommandé pour les contaminants de NGR I à VI.

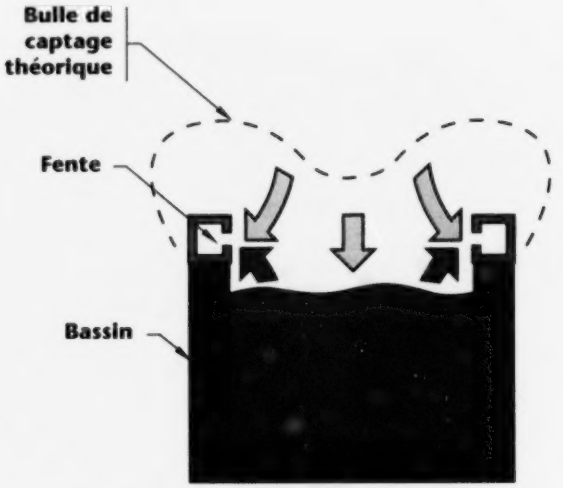


Figure 7 : Aspiration sur le contour

b) Hotte latérale

Le principe consiste à aspirer l'air contaminé par les fentes de la hotte. L'aspiration peut être unilatérale (figure 8) ou bilatérale (figure 9) selon la forme du bassin. Le dispositif d'aspiration unilatérale doit préférablement être installé sur le côté le plus long du bassin afin de maximiser son efficacité.

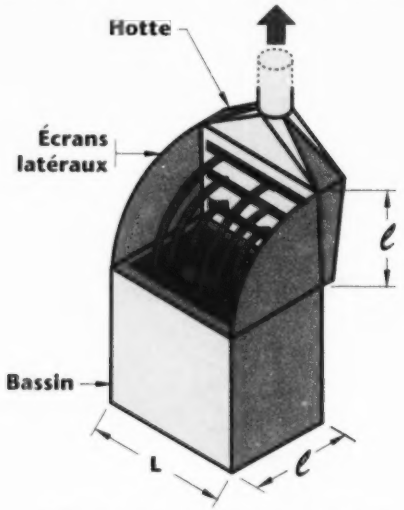


Figure 8 : Aspiration unilatérale

Le débit requis dépend essentiellement de la largeur (ℓ) et de la longueur (L) du bassin (voir la figure 10). Il devient donc rapidement important pour des bassins très larges ou très longs.

La ventilation bilatérale est constituée par deux hottes qui assurent chacune le captage des contaminants pour la moitié du bain (ℓ/2). Ce type de configuration est utilisé lorsqu'il n'est pas possible d'installer une hotte (aspiration unilatérale) sur le côté le plus long du bassin.

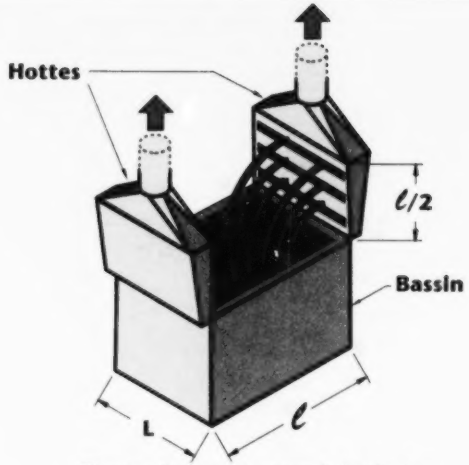


Figure 9 : Aspiration bilatérale

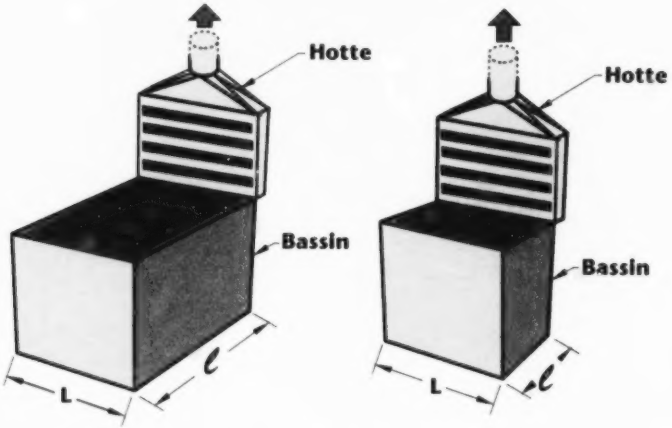


Figure 10 : Convention des symboles[3]

3. La détermination de la largeur et de la longueur du bassin se fait par rapport à l'emplacement de la hotte :
   - La dimension de la section du bassin perpendiculaire à la hotte est appelée largeur (ℓ).
   - La section du bassin sur laquelle est installée la hotte est appelée longueur (L).

Moyens de contrôle

Voici comment choisir le système d'aspiration à fentes qui convient :

Choix du type de ventilation en fonction de la largeur (ℓ) du bassin	
$\ell \leq 0{,}50$ m	Aspiration unilatérale recommandée.
0,50 m $< \ell \leq$ 0,90 m	Aspiration bilatérale recommandée. Possibilité d'installer une ventilation par aspiration-soufflage.
0,90 m $< \ell \leq$ 1,20 m	Aspiration bilatérale indispensable. Possibilité d'installer une ventilation par aspiration-soufflage.
$\ell >$ 1,20 m	Aspiration bilatérale possible, mais généralement irréalisable (débit d'air requis trop important). Utilisation recommandée de systèmes de ventilation par aspiration-soufflage ou de dispositifs enveloppants.

Tableau 3 : Critères pour le choix du système de ventilation approprié

L'efficacité de la ventilation latérale (unilatérale ou bilatérale) est grandement améliorée lorsqu'un dosseret et des écrans sont installés. En effet, ces derniers protègent le bassin des courants d'air perturbateurs qui peuvent réduire l'efficacité du captage des contaminants. Pour un même débit d'air évacué, une hotte latérale avec dosseret et écrans sera beaucoup plus efficace.

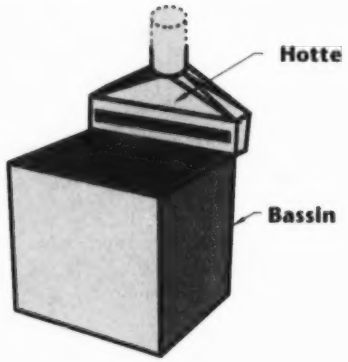


Figure 11 : Aspiration unilatérale

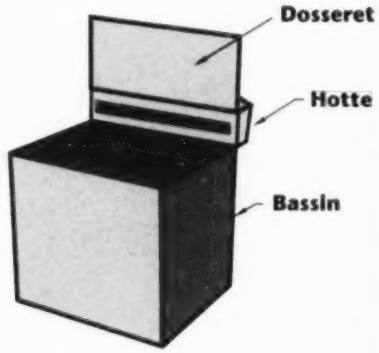


Figure 12 : Aspiration unilatérale avec dosseret

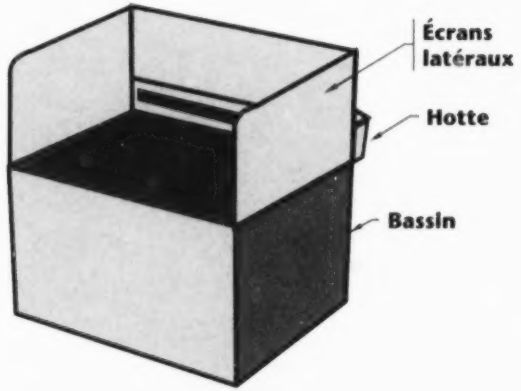


Figure 13 : Aspiration unilatérale avec dosseret et écrans latéraux

Il est aussi possible d'incliner la hotte de manière à rapprocher la zone d'aspiration du bassin. On améliore ainsi l'efficacité de la hotte.

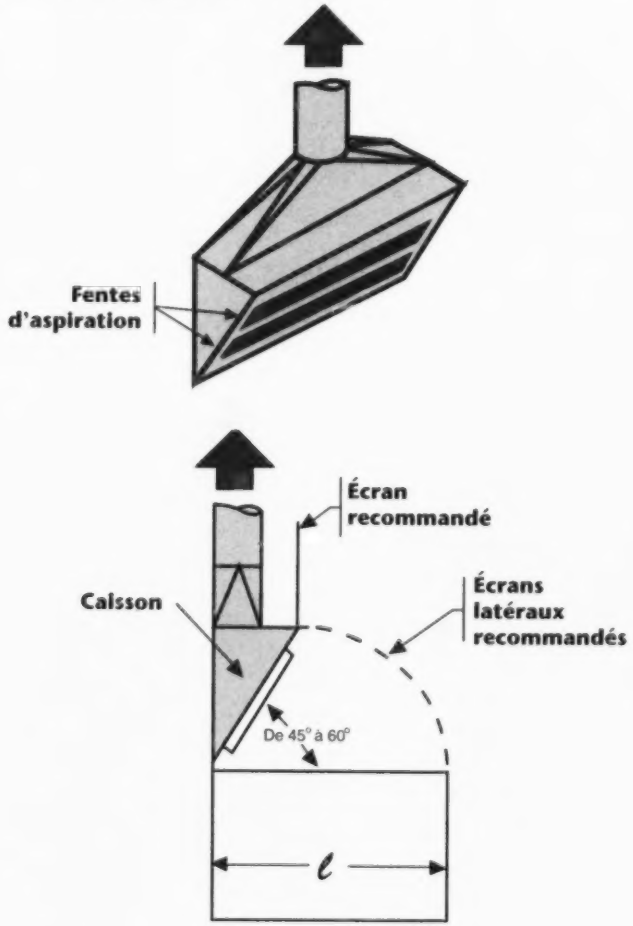


Figure 14 : Aspiration unilatérale inclinée

c) Hotte à rideau d'eau

Les hottes à rideau d'eau sont des hottes latérales munies d'un système d'épuration de l'air capté.

Lorsque le contenu des bassins est alcalin ou acide, il arrive que la vapeur se condense sur les parois de la hotte et dans les conduits. Il se forme alors un dépôt qui bouche les fentes de la hotte et l'intérieur des conduits. Afin d'éviter une telle obstruction, on fait couler de l'eau le long de la hotte. L'eau capte la vapeur et protège la hotte et le conduit d'évacuation. Il faut cependant prévoir un traitement des eaux usées.

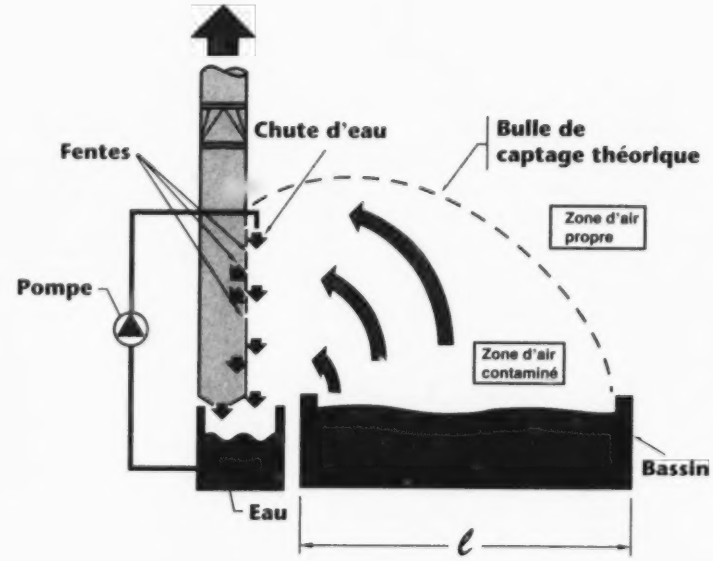


Figure 15 : Hotte à rideau d'eau

Moyens de contrôle

3 Ventilation par aspiration-soufflage (*push-pull*)

Plusieurs jets d'air placés à une extrémité du bassin entraînent les contaminants vers l'autre extrémité, qui est dotée d'une hotte de captage (effet d'induction). La zone d'air contaminé est ainsi maintenue à la surface du bassin (voir la figure 16). Il est donc possible de travailler au-dessus du bassin, sans risquer d'inhaler de l'air contaminé.

Pour une efficacité comparable, le système par aspiration-soufflage nécessite généralement un débit d'air inférieur aux autres systèmes de captage à la source par fente. Ce type de ventilation est recommandé pour les contaminants de NGR I à VI.

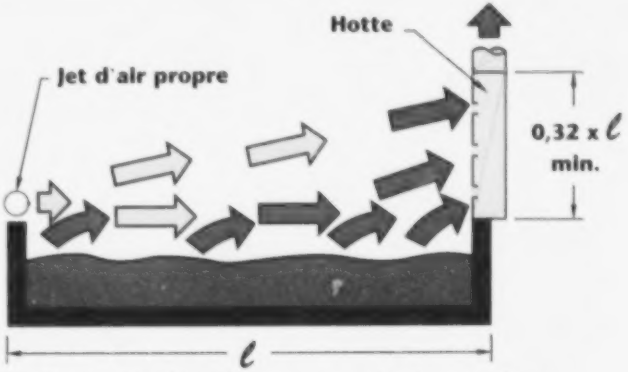


Figure 16 : Ventilation par aspiration-soufflage

4 Tunnel ventilé

Le principe consiste à installer le ou les bassins à l'intérieur d'une enceinte ouverte aux deux extrémités. La ventilation à l'intérieur du tunnel se fait alors par déplacement d'air, des ouvertures vers le système d'évacuation (voir les figures 17 et 18).

Ce système est particulièrement adapté aux procédés automatisés. L'opérateur ne doit jamais se trouver à l'intérieur de l'enceinte sans une protection respiratoire adéquate. Si plusieurs bassins sont dans le même tunnel, il faut s'assurer que les contaminants qu'ils émettent sont compatibles. Ce type de ventilation est recommandé pour tous les types de contaminants (NGR I à VI).

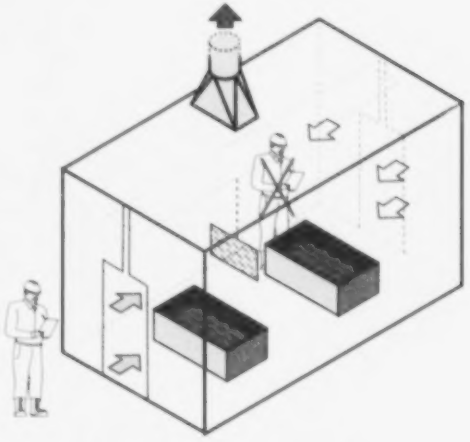


Figure 17 : Tunnel ventilé

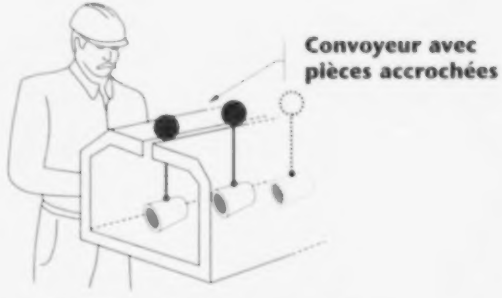


Figure 18 : Tunnel avec convoyeur

Moyens de contrôle

5 Ventilation sous enceinte

Le principe consiste à cloisonner le bassin afin de confiner les contaminants à l'intérieur d'une enceinte. L'air vicié est aspiré grâce à un déplacement d'air latéral (voir la figure 19).

Lorsque les contaminants sont incompatibles, il est préférable de n'installer qu'un bassin par enceinte, avec des conduits d'évacuation séparés et orientés vers l'extérieur. La ventilation sous enceinte est souvent utilisée en orfèvrerie : les petits bassins dans lesquels trempent les paniers contenant les bijoux à traiter sont sous enceinte, ce qui permet d'éviter la dispersion des contaminants pendant les étapes de trempage et d'égouttage.

Ce type de ventilation est recommandé pour tous les types de contaminants (NGR I à VI).

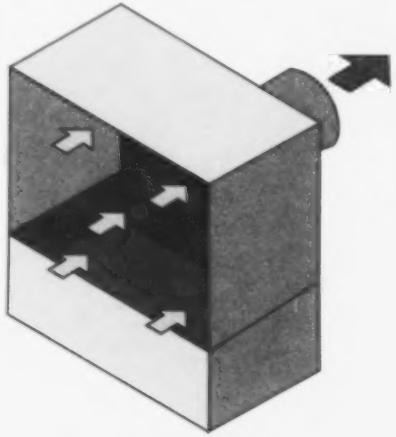


Figure 19 : Ventilation sous enceinte

6 Hotte supérieure (*canopy hood*)

Lorsque l'aspiration des contaminants doit se faire par le dessus du bassin, une hotte supérieure est installée (voir les figures 20, 21, 22 et 23). Cependant, ce type d'installation nécessite un grand débit d'air pour être efficace. De plus, la hotte supérieure est très sensible aux courants d'air latéraux, surtout si elle est installée loin du bassin. La distance entre le dessus du bassin et la hotte supérieure influence donc grandement son efficacité.

Par conséquent, il faut bien positionner la hotte :

- Si elle est trop éloignée du bassin, une grande partie des contaminants n'est pas captée, mais le bassin n'est pas encombré. Le débit d'air aspiré est insuffisant et ne permet pas de réduire efficacement l'exposition du travailleur aux contaminants.
- Si elle est installée à proximité du bassin, elle capte efficacement les contaminants, mais l'encombrement est important.

Plus la distance entre la surface du liquide et la hotte est grande, moins le dispositif est efficace. Il est alors déconseillé pour les contaminants de NGR I et II.

Figure 20 : Ventilation par hotte supérieure

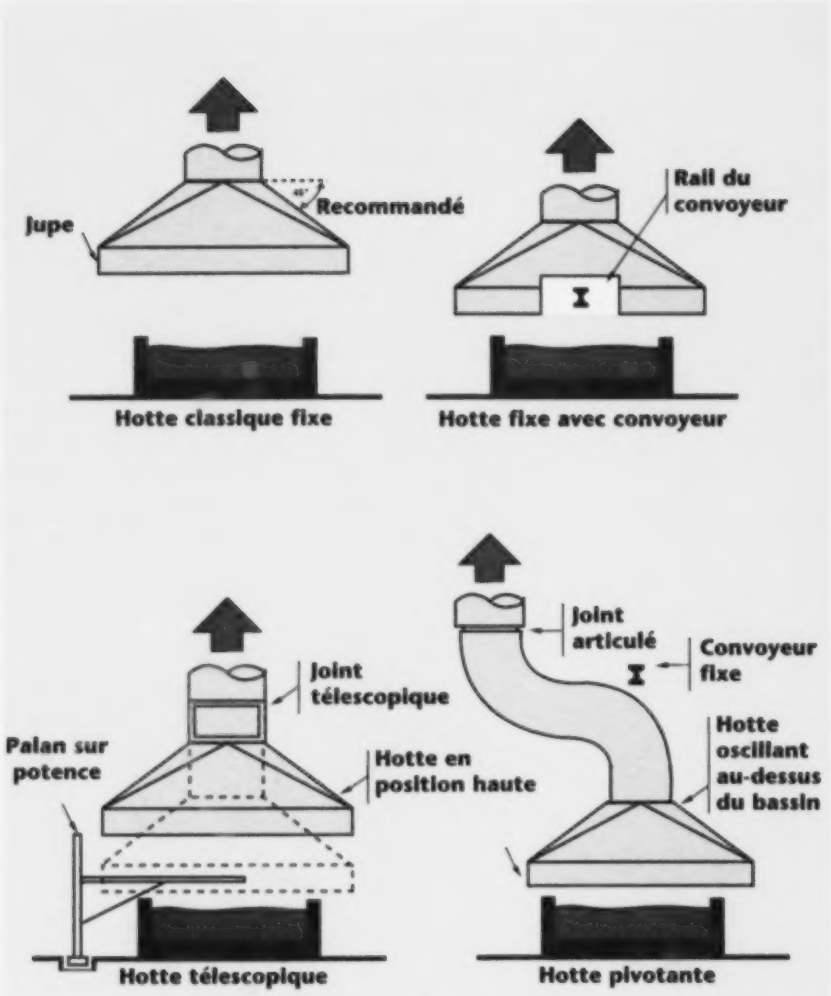


Figure 21 : Ventilation par hotte supérieure - variantes

Pour améliorer l'efficacité d'une hotte supérieure déjà installée, il est suggéré d'installer un rideau fait de lattes flexibles et transparentes (voir la figure 22).

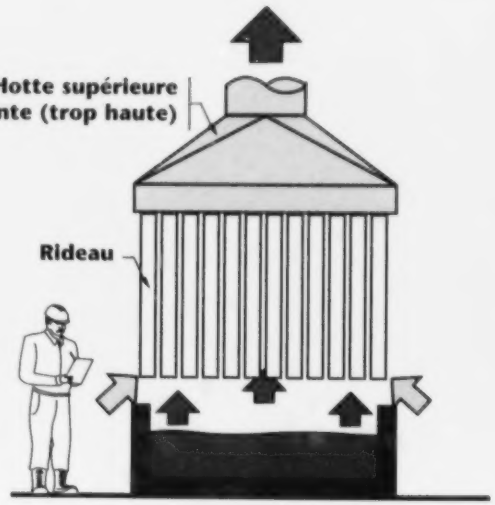


Figure 22 : Amélioration de l'efficacité de la hotte

Cas particulier : les procédés chauds

La vapeur provenant des procédés chauds monte par convection. Ce type de hotte, dont l'efficacité de captage est souvent faible pour les procédés froids, convient dans le cas des procédés chauds (voir la figure 23).

Ce système convient particulièrement bien à la galvanisation.

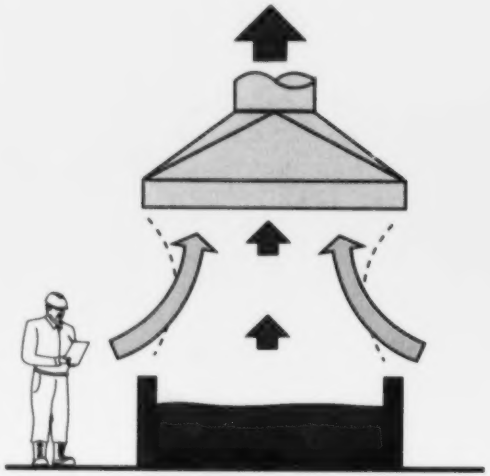


Figure 23 : Aspiration par le haut – procédé chaud

Moyens de contrôle

Ventilation générale

❶ Dilution

La ventilation générale par dilution permet de diminuer la concentration de contaminants dans l'air ambiant en évacuant un volume d'air et en introduisant de l'air frais[4].

Ce renouvellement d'air, appelé changement d'air, peut contribuer à réduire l'exposition des travailleurs aux contaminants.

À ce sujet, le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) stipule que les établissements de ce secteur d'activité doivent être ventilés soit par des moyens naturels, soit par des moyens mécaniques. Dans les établissements où la ventilation générale est assurée par des moyens naturels, elle doit s'effectuer à l'aide de fenêtres, de volets ou d'évents dont l'aire de ventilation est au moins égale à 2 % de l'aire du plancher. Si elle est assurée par des moyens mécaniques, le système de ventilation doit être en mesure de procurer au moins **quatre** changements d'air à l'heure[5].

Cependant, dans les deux cas, il faut aussi s'assurer de respecter les valeurs d'exposition admissibles (VEMP, VECD/plafond) du RSST.

Afin d'obtenir une ventilation générale efficace, il est recommandé de placer les bouches de soufflage et d'aspiration de façon que l'air frais balaie de manière lente et homogène toute la zone de travail. Il faut éviter de créer des zones stagnantes et des courants d'air. Si la diffusion est mal conçue, un débit d'air jusqu'à 10 fois plus important pourrait être nécessaire.

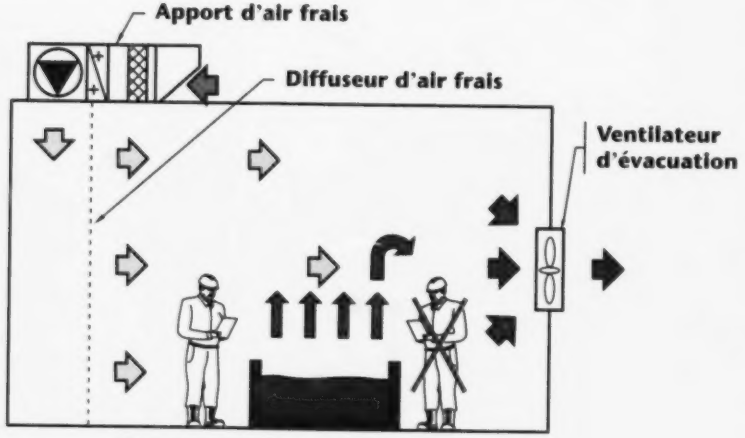
Mise en garde

- **L'air frais doit généralement être chauffé en saison froide.**

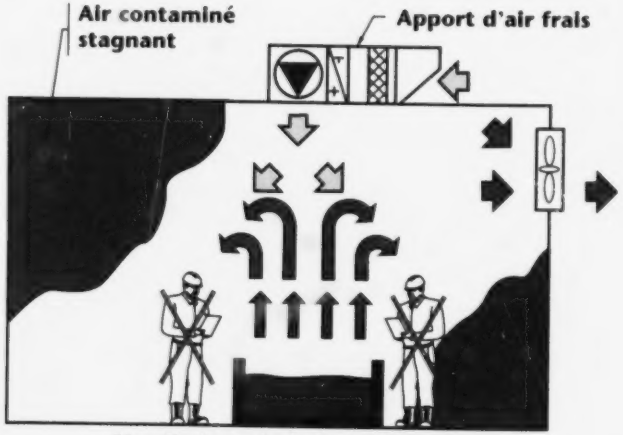
4. De l'air frais est de l'air exempt de contaminants et qui provient de l'extérieur.

5. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, annexe III. Le calcul du nombre de changements d'air est basé sur une hauteur de 3,6 m (12 pi).

Moyens de contrôle



Ventilation générale efficace



Ventilation générale inefficace

Figure 24 : Ventilation générale

2 Ventilation par déplacement d'air

Ce type de ventilation permet de maintenir des zones d'air exemptes de contaminants pour les travailleurs en présence de grands bassins. De l'air exempt de contaminants (d'une température inférieure à l'air ambiant) est diffusé par le plancher. En raison de la flottabilité des produits, la vapeur des bassins est entraînée par le courant d'air ascendant. L'air contaminé est maintenu au-dessus des travailleurs (à plus de deux mètres du sol) et est ensuite évacué par des ventilateurs situés dans le toit.

Ce type de ventilation s'applique particulièrement bien aux procédés chauds, comme la galvanisation. Il n'est toutefois pas recommandé pour les NGR I ou II.

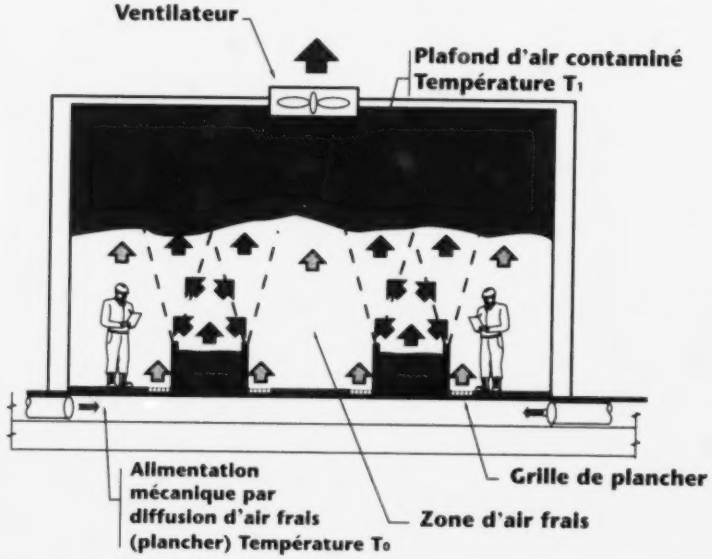


Figure 25 : Ventilation par déplacement d'air

Choix d'un moyen de contrôle

Le choix du moyen de contrôle doit se faire en tenant compte de plusieurs facteurs :

- les dimensions du bassin;
- le niveau global de risque (NGR);
- les contraintes du procédé (accessibilité des bassins, lignes automatisées);
- les contraintes budgétaires.

Les dispositifs de captage utilisés pour les bassins de traitement de surface doivent être conçus de façon à confiner le plus possible la zone d'émission des contaminants.

Le tableau 4 présente le type de ventilation requis en fonction du NGR.

NGR	Ventilation générale	Captage à la source
I, II, III et IV	OBLIGATOIRE	RECOMMANDÉ
V	OBLIGATOIRE	SOUHAITABLE
VI	OBLIGATOIRE	NON REQUIS

Tableau 4 : Choix du type de ventilation

Afin de bien choisir le matériau de la hotte, des conduits et du ventilateur et d'éviter le mélange de substances chimiques incompatibles, il faut tenir compte de la nature des contaminants. Par exemple, une solution d'acide nitrique (HNO_3) nécessite des conduits en matériau résistant à la corrosion (P. ex. : pvc).

Le tableau 2 de l'annexe 3 résume toutes les techniques de ventilation, leurs applications, leurs avantages, leurs inconvénients ainsi que leurs paramètres de fonctionnement optimal.

Des outils d'estimation des débits sont présentés à l'annexe 4

Mises en garde

- **Avant de concevoir un système de ventilation, il est important de consulter les lois et les règlements relatifs à l'évacuation des contaminants.**
- **Les émissions de contaminants proviennent non seulement de la surface des bassins, mais aussi des pièces qui y ont été immergées.**

Vérification de l'efficacité des moyens de contrôle

Afin d'évaluer l'efficacité d'un dispositif de captage des contaminants de l'air, plusieurs méthodes peuvent être utilisées. Notez bien qu'il importe de combiner plusieurs des méthodes suivantes pour obtenir une évaluation plus précise.

Observation visuelle et perception des odeurs

Certains contaminants libérés sont des fumées ou ont une odeur caractéristique. Percevoir cette odeur ou observer l'orientation des fumées peut nous renseigner sur les performances du système en place.

Utilisation de tubes fumigènes

Utiliser de la fumée permet de visualiser la bulle de captage du dispositif en place. C'est là une des meilleures façons d'évaluer qualitativement l'efficacité d'un moyen de contrôle. À l'aide d'un tube fumigène (tube générateur de fumée), on répand de la fumée (voir la figure 26). Puis, on observe son déplacement afin de s'assurer qu'elle est correctement évacuée. Cette méthode permet aussi de repérer d'éventuels problèmes (vitesse de captage trop faible pour balayer efficacement la surface du bassin, présence de courants d'air perturbateurs, de zones stagnantes, de fuites dans les conduits, etc.). De plus, l'utilisation de cette méthode est fort simple et peu coûteuse.

Figure 26 : Tube fumigène

Évaluation de la vitesse de l'air

Cette méthode permet de comparer la vitesse de captage des contaminants avec la vitesse de captage recommandée pour un système d'aspiration donné. L'appareil utilisé pour mesurer la vitesse de l'air est un anémomètre.

Mesure des contaminants en zone respiratoire

Cette méthode permet d'évaluer l'exposition des travailleurs aux contaminants et de comparer les résultats obtenus avec les valeurs d'exposition admissibles. Toutefois, bien que très précise, cette méthode a ses limites. Ainsi, elle ne permet pas de mesurer tous les contaminants.

Vérification de l'efficacité des moyens de contrôle

Mesure de la pression statique

Il est possible d'installer un manomètre aux points de captage afin de mesurer le différentiel de pression à l'entrée de la hotte. Cette mesure permet de vérifier la stabilité du système. Ainsi, une variation de la pression statique indique une diminution de l'efficacité du captage.

Surveillance et entretien préventif

Il est essentiel d'affecter un employé à la vérification de tous les systèmes et de toutes les installations servant à assainir l'air.

Plusieurs éléments doivent composer le programme de surveillance et d'entretien d'un système de ventilation (voir l'annexe 5), et les renseignements doivent être consignés dans un registre (*logbook*).

Annexes

Annexes

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Traitement de surface (*surface treatment*)	Anodisation de l'aluminium	Acide chromique Acide sulfurique	Brouillard d'acide chromique	35	A1	I
	Anodisation de l'aluminium	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique	16-27	B1	II
	Black magic	Agents concentrés alcalins oxydants solubles	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	127-177	C1	II
	Bondérisation[i]	Eau bouillante	Vapeur d'eau	60-100	D1, D2[xiv, xv]	V
	Coloration chimique	Aucun	Aucun	21-32	D4	VI
	Décalaminage[ii]	Acide nitrique Acide sulfurique Acide fluorhydrique	Brouillard acide Fluorure d'hydrogène Vapeur d'eau	21-66	A1, A2[xv]	I
	Ebonol	Agents concentrés alcalins oxydants solubles	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	127-177	C1	II
	Anodisation galvanique[iii]	Hydroxyde d'ammonium	Ammoniac Vapeur d'eau	60	B3	III
	Aluminium à couche dure	Acide chromique Acide sulfurique	Brouillard d'acide chromique	49-82	A1	I
	Aluminium à couche dure	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique	49-82	B1	II
	Jetal	Agents concentrés alcalins oxydants solubles	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	127-177	C1	II

Les notes correspondant aux appels de note en chiffres romains se trouvent à la dernière page de l'annexe 1.

a. Facteur de conversion : °F = (1,8 x °C) + 32.

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Traitement de surface (*surface treatment*)	*Magcote*®, [iv]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	41-100	C2, C3[xv]	III, IV
	Trempe préteinture magnésium	Hydroxyde d'ammonium Acétate d'ammonium	Ammoniac Vapeur d'eau	32-82	B3	III
(Suite)	Parkérisation[i]	Eau bouillante	Vapeur d'eau	60-100	D1, D2	V
	Immersion de zincate[v]	Aucun	Aucun	21-32	D4[xiv, xv]	VI
Microgravure ou préparation de surface (*etching*)	Aluminium	Hydroxyde de sodium Tripolyphosphate de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	71-82	C1	II
	Cuivre[vi]	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-32	A2	I
	Cuivre[vii]	Aucun	Aucun	21	D4	VI
	Aluminium	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-32	A2	I
	Aluminium	Acide chromique Acide sulfurique	Brouillard acide	60	A3	II
Décapage des oxydes (*pickling*)	Aluminium	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin	60	C1	II
	Fonte	Acide fluorhydrique Acide nitrique	Fluorure d'hydrogène Oxydes d'azote	21-32	A1, A2[xv]	I
	Cuivre	Acide sulfurique	Brouillard acide Vapeur d'eau	52-79	B2, B3[xv]	II, III
	Cuivre[viii]	Aucun	Aucun	21-79	D4	VI

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xiii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Décapage des oxydes (*pickling*) (Suite)	Duralumin	Fluorure de sodium Acide sulfurique	Fluorure d'hydrogène Brouillard acide	21	A3	II
	Inconel®	Acide fluorhydrique Acide nitrique	Fluorure d'hydrogène Oxydes d'azote Vapeur d'eau	66-74	A1	I
	Inconel®	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique Vapeur d'eau	71-82	B2	II
	Fer et acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21	A2	I
	Fer et acier	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique Vapeur d'eau	21-79	B1	II
	Magnésium	Acide chromique Acide sulfurique Acide nitrique	Oxydes d'azote Brouillard acide Vapeur d'eau	21-71	A2	I
	Monel® et nickel	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène Vapeur d'eau	82	A2	I
	Monel® et nickel	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique Vapeur d'eau	71-88	B1	II
	Nickel-argent	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique Vapeur d'eau	21-60	B2, B3[xv]	II, III

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[viii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Décapage des oxydes (*pickling*)	Argent	Cyanure de sodium	Brouillard de cyanure Vapeur d'eau	99	D3[b]	VI
	Acier inox[ix]	Acide fluorhydrique Acide nitrique	Fluorure d'hydrogène Oxydes d'azote	52-82	A2	I
	Acier inox[ix, x]	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	54-60	A2	I
(Suite)	Acier inox[ix, x]	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique Vapeur d'eau	82	B1	II
	Immunisation d'acier inox	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-49	A2	I
	Passivation d'acier inox	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-49	A2	I
Trempage à l'acide (*acid dipping*)	Trempe brillante pour l'aluminium	Acide nitrique Acide phosphorique	Oxydes d'azote	93	A1	I
	Trempe brillante pour l'aluminium	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe brillante pour le cadmium	Aucun	Aucun	21	D4	VI

b. Pour le brouillard de cyanure, l'ACGIH et l'INRS suggèrent un indice de toxicité plus élevé, soit C, exigeant l'installation d'un système de captage à la source.

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[a]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Trempage à l'acide (*acid dipping*)	Trempe brillante pour le cuivre	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe semi-brillante pour le cuivre	Acide sulfurique	Brouillard acide	21	B2	II
	Trempe brillante pour alliage de cuivre	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe matte pour le cuivre	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe pour le magnésium	Acide chromique	Brouillard acide Vapeur d'eau	88-100	A2	I
(Suite)	Trempe pour le magnésium	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe pour le Monel®	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe pour nickel et alliage de nickel	Acide nitrique Acide sulfurique	Oxydes d'azote Brouillard acide	21-32	A1, A2[xv]	I
	Trempe pour argent	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-32	A1	I
	Trempe pour argent	Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique	21-32	B2	II
	Trempe pour zinc et alliage de zinc	Acide chromique Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène (si HCl attaque Zn)	21-32	A3, A4[xv]	II, IV

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xiii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Nettoyage du métal (*metal cleaning*)	Nettoyage alcalin[xi]	Sels de sodium alcalins	Brouillard alcalin	71-99	C1, C2[xv]	II, III
	Dégraissage	Trichloroéthylène perchloroéthylène	Vapeur de trichloroéthylène Vapeur de perchloroéthylène	87-121	B2	II
	Nettoyage par émulsion	Distillats de pétrole	Distillats de pétrole	21-60	Selon les hydrocarbures[xvi]	Selon les hydro-carbures
	Nettoyage par émulsion	Hydrocarbures chlorés	Vapeur d'hydrocarbures chlorés	21-60	Selon les hydrocarbures[xvi]	Selon les hydro-carbures
Polissage électrochimique (*electro-polishing*)	Aluminium[xvii]	Acide fluorhydrique Acide sulfurique	Brouillard acide Fluorure d'hydrogène Vapeur d'eau	60-93	A2	I
	Laiton, bronze[xvii]	Acide phosphorique	Brouillard acide	20	B3	III
	Cuivre[xvii]	Acide phosphorique	Brouillard acide	20	B3	III
	Fer[xvii]	Acide fluorhydrique Acide sulfurique Acide perchlorique	Brouillard acide Fluorure d'hydrogène Vapeur d'eau	20-79	A2	I
	Monel[g, xvii]	Acide sulfurique	Brouillard acide Vapeur d'eau	30-71	B2	II

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Polissage électrochimique (*electropolishing*) (Suite)	Nickel[xvi]	Acide sulfurique	Brouillard acide Vapeur d'eau	30-71	B2	II
	Acier inox[xvi]	Acide fluorhydrique Acide sulfurique Acide chromique	Brouillard acide Fluorure d'hydrogène Vapeur d'eau	21-149	A1, A2[xv]	I
	Acier[xvii]	Acide chlorhydrique Acide sulfurique Acide perchlorique	Brouillard acide Fluorure d'hydrogène Vapeur d'eau	20-79	A2	I
Solutions d'amorce	Cuivre	Sels de cyanure	Brouillard de cyanure	21-32	D2[b]	V
	Argent	Sels de cyanure	Brouillard de cyanure	21-32	D2[b]	V
	Nickel de Wood	Chlorure de nickel Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène Brouillard de chlorure	21-32	A2	I
Déposition sans courant	Cuivre	Formaldéhyde	Formaldéhyde	24	A1	I
	Nickel[xviii]	Hydroxyde d'ammonium	Ammoniac	88	B1	II
Électrodéposition alcaline	Platine	Phosphate d'ammonium Ammoniac	Ammoniac	70-95	B2	II
	Étain	Stannate de sodium	Brouillard de sel d'étain Vapeur d'eau	60-77	C3	IV
	Zinc[xix]	Aucun	Aucun	77-82	D4	VI

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xiii]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Électrodéposition au fluoborate	Cadmium	Sels de fluoborate	Brouillard de fluoborate Vapeur d'eau	21-77	C2, C3[xv]	III, IV
	Cuivre	Fluoborate de cuivre	Brouillard de fluoborate Vapeur d'eau	21-77	C2, C3[xv]	III, IV
	Indium	Sels de fluoborate	Brouillard de fluoborate Vapeur d'eau	21-77	C2, C3[xv]	III, IV
	Plomb	Fluoborate de plomb Acide fluorhydrique	Brouillard de fluoborate Fluorure d'hydrogène	21-32	A3	II
	Alliage plomb-étain	Fluoborate de plomb Acide fluorhydrique	Brouillard de fluoborate	21-38	C2, C3[xv]	III, IV
	Nickel	Fluoborate de nickel	Brouillard de fluoborate	38-77	C2, C3[xv]	III, IV
	Étain	Fluoborate d'étain Acide fluoborique	Brouillard de fluoborate	21-38	C2, C3[xv]	III, IV
	Zinc	Sels de fluoborate	Brouillard de fluoborate Vapeur d'eau	21-77	C2, C3[xv]	III, IV
Électrodéposition au cyanure	Laiton et bronze[xix, xx]	Sels de cyanure Hydroxyde d'ammonium	Brouillard de cyanure Ammoniac	16-38	B3, B4[xv]	III, IV
	Zinc brillant[xx]	Sels de cyanure Hydroxyde de sodium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin	21-49	C3	IV
	Cadmium[xx]	Aucun	Aucun	21-38	D4	VI
	Cuivre[xx, xxi]	Aucun	Aucun	21-71	D4	VI
	Cuivre[xx, xxii]	Sels de cyanure Hydroxyde de sodium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin Vapeur d'eau	43-71	C2	III

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xx]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Électrodéposition au cyanure (Suite)	Indium[xx]	Sels de cyanure Hydroxyde de sodium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin	21-49	C3	IV
	Dorure Bain d'or Dorure légère Alliage d'or	Sels de cyanure Composés alcalins	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin	20-65	C3-C4	IV, VI
	Argent[xx]	Aucun	Aucun	22-49	D4	VI
	Alliage étain-zinc[xx]	Sels de cyanure Hydroxyde de potassium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin Vapeur d'eau	49-60	C2, C3 [xv]	III, IV
	Alliage blanc[xx, xxiii]	Sels de cyanure Stannate de sodium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin	49-66	C3	IV
	Zinc[xx, xxiv]	Sels de cyanure Hydroxyde de sodium	Brouillard de cyanure Brouillard alcalin	21-49	C2, C3 [xxii]	III, IV
Électrodéposition acide	Chrome	Acide chromique	Brouillard d'acide chromique	32-60	A1	I
	Cuivre[xxv]	Sulfate de cuivre Acide sulfurique	Brouillard d'acide sulfurique	24-49	B3, B4[xv, xxxi]	III, IV
	Indium[xxvi]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
	Indium[xxvii, xxviii]	Acide sulfamique Sels de sulfamate	Brouillard de sulfamate	21-32	A3	II

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Procédés	Types	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant[xx]	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)[a]	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR
Électrodéposition acide (Suite)	Fer	Sels de chlorure Acide chlorhydrique	Brouillard d'acide chlorhydrique	88-99	A2	I
	Fer[xxvi]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
	Nickel[iii]	Fluorure d'ammonium Acide fluorhydrique	Brouillard d'acide fluorhydrique	39	A3	II
	Nickel et nickel noir[xxvi, xxix]	Aucun	Aucun	21-66	C4[xxxii]	VI
	Nickel[xxiii, xxvi]	Sulfate de nickel	Brouillard de sulfate de nickel	21-32	A2	I
	Nickel[xxvii, xxviii]	Sulfamate de nickel	Brouillard de sulfamate	24-71	A3	II
	Palladium[xxix]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
	Rhodium[xxvi, xxx]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
	Étain	Halogénure d'étain	Brouillard d'halogénure	21-32	C2	III
	Étain[xxvi]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
	Zinc	Chlorure de zinc	Brouillard de chlorure de zinc	24-49	B3	III
	Zinc[xxvi]	Aucun	Aucun	21-49	D4	VI
Galvanisation	Fluxage et zingage	Chlorure de zinc Chlorure d'ammonium Oxyde de zinc Acide chlorhydrique	Vapeur de chlorure d'ammonium, de zinc et d'hydrogène Ammoniac Fumée d'oxyde de zinc	445-460	Étant donné que les contaminants générés par ce procédé constituent un mélange, par mesure de prévention, la classification de ce mélange sera celle du composé le plus toxique, soit celle du chlorure de zinc. A1	I

Annexe 1

Présentation des procédés, des contaminants et du NGR correspondant

Notes

i. Aussi pour le colmatage de l'aluminium, du magnésium, la préteinte du magnésium, la teinte anodisée du magnésium, la trempe alcaline au dichromate de magnésium et la coloration anodisée de l'aluminium.

ii. Acier inoxydable avant le polissage électrolytique.

iii. Sur le magnésium.

iv. S'applique aussi au Manodiz et au Dow-12.

v. Sur l'aluminium.

vi. S'applique à la finition matte.

vii. Bassin de chlorure ferrique.

viii. Pour les bassins de dichromate de sodium, d'acide sulfurique et de sulfate de fer et d'acide sulfurique.

ix. Élimination de la calamine.

x. Réduction de la calamine.

xi. Trempage électrochimique.

xii. Certains de ces procédés peuvent dégager de l'hydrogène.

xiv. Évaluer s'il est nécessaire de contrôler complètement la vapeur d'eau. Autrement, la ventilation générale peut s'avérer suffisante.

xv. Un taux d'évaporation plus élevé est associé à une température plus haute.

xvi. L'indice de toxicité est déterminé par la nature de l'hydrocarbure.

xvii. De l'arsine peut être dégagée par la présence d'arsenic dans le métal ou dans le bassin de polissage.

xviii. Bassins alcalins.

xix. S'applique aussi au bronze cuivre-cadmium.

xx. On peut trouver de l'acide cyanhydrique (HCN) par suite de l'action de l'anhydride carbonique à la surface du bassin.

xxi. Bassins de cyanure traditionnels.

xxii. Sauf les bassins de cyanure traditionnels.

xxiii. *Albaloy*, *Spekubite*, *Bonubite* (alliage de cuivre, d'étain et de zinc).

xxiv. Lors d'utilisation d'anodes insolubles.

xxv. Avec une température supérieure à 32 °C.

xxvi. Bassin de sulfate.

xxvii. Bassin de sulfamate.

xxviii. Agitation à l'aide d'air.

xxix. Bassin chloré.

xxx. Bassin de phosphate.

xxxi. Les bassins dont la température est supérieure à 60 °C, dont la densité du courant est supérieure à 45 A/pi^2 et qui sont agités par de l'air ont un plus haut taux d'évaporation.

xxxii. La ventilation locale peut être utilisée pour contrôler la vapeur d'eau.

Annexe 2

Présentation des procédés de décapage, des contaminants et du NGR correspondant

Types de décapage	Bases métalliques	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR[c]
Revêtements anodisés	Aluminium, magnésium	Acide chromique	Brouillard acide Vapeur d'eau	49-94	A2	I
Revêtements d'oxydes noirs	Acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-52	A2, A3	I, II[g]
Bronze et laiton	Nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
Cadmium	Nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
	Laiton, cuivre, acier	Acide chlorhydrique	Brouillard acide Chlorure d'hydrogène	21-32	A2, A3	I, II[g]
Chrome	Magnésium nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	21-66	C3	IV
	Laiton, cuivre, nickel, acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-52	A2	I
	Laiton, cuivre, nickel, zinc[a]	Acide sulfurique	Brouillard acide	21-32	B2	II
Cuivre	Nickel, acier	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
	Magnésium, métaux non ferreux, acier[b]	Aucun	Aucun	21-32	D4	VI
	Acier[a]	Cyanure alcalin	Brouillard de cyanure	21-71	C2, C3	III, IV
	Aluminium	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-49	A1	I
	Zinc[a]	Hydroxyde de sodium, sulfure de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	85-91	C2	III

Annexe 2

Présentation des procédés de décapage, des contaminants et du NGR correspondant

Types de décapage	Bases métalliques	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR[c]
Revêtements anodisés	Aluminium, magnésium	Acide chromique	Brouillard acide Vapeur d'eau	49-94	A2	I
Revêtements d'oxydes noirs	Acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-52	A2, A3	I, II[g]
Bronze et laiton	Nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
Cadmium	Nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
	Laiton, cuivre, acier	Acide chlorhydrique	Brouillard acide Chlorure d'hydrogène	21-32	A2, A3	I, II[g]
	Magnésium nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	21-66	C3	IV
Chrome	Laiton, cuivre, nickel, acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-52	A2	I
	Laiton, cuivre, nickel, zinc[a]	Acide sulfurique	Brouillard acide	21-32	B2	II
Cuivre	Nickel, acier	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
	Magnésium, métaux non ferreux, acier[b]	Aucun	Aucun	21-32	D4	VI
	Acier[a]	Cyanure alcalin	Brouillard de cyanure	21-71	C2, C3	III, IV
	Aluminium	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-49	A1	I
	Zinc[a]	Hydroxyde de sodium, sulfure de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	85-91	C2	III

Annexe 2

Présentation des procédés de décapage, des contaminants et du NGR correspondant

Types de décapage	Bases métalliques	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR[a]
Or	Cuivre, alliages de cuivre, métaux ferreux, nickel, alliages de nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C2, C3	III, IV[g]
	Cuivre, alliages de cuivre, zinc[a]	Acide sulfurique	Brouillard acide	21-38	B2, B3	II,III[g]
Plomb	Argent[c]	Acide acétique, peroxyde d'hydrogène	Brouillard d'oxygène	21-32	D3	VI
	Acier[a, c]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	21-60	C2, C3	III, IV[g]
Nickel	Laiton, cuivre	Acide sulfurique, acide nitrique	Oxydes d'azote	21-32	A1, A2	I
	Laiton, cuivre[a]	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-32	A3	II
	Laiton, cuivre, acier[a]	Acide sulfurique	Brouillard acide	21-32	B3	III
	Magnésium	Acide fluorhydrique	Fluorure d'hydrogène	21-32	A2, A3	I,II[g]
	Acier[a, d]	Acide nitrique fumant	Oxydes d'azote	21-32	A1	I
	Acier	Eau chaude	Vapeur d'eau	93	D2	V[h]
	Aluminium, zinc, zinc pour la coulée sous pression[a]	Acide sulfurique	Brouillard acide Vapeur d'eau	21-66	B2, B3	II,III[g]

Annexe 2

Présentation des procédés de décapage, des contaminants et du NGR correspondant

Types de décapage	Bases métalliques	Composés du bassin qui peuvent être émis dans l'air ambiant	Nature physique et chimique du contaminant	Température (°C)	Indice de toxicité/ Indice d'émission	NGR[e]
Revêtement phosphate	Acier (type manganèse)	Acide chromique	Brouillard acide	74	A3	II
	Acier (type zinc)	Ammoniaque	Ammoniac	21-32	B2, B3	II,III[g]
Rhodium	Laiton nickelé	Acide sulfurique, acide chlorhydrique	Brouillard acide Chlorure d'hydrogène	21-38	A2, A3	I, II[g]
Argent	Aluminium	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-32	A1	I
	Laiton, alliage nickel-argent	Acide sulfurique, acide nitrique	Oxydes d'azote Vapeur d'eau	82	A1	I
	Nickel, acier[a]	Hydroxyde de sodium, cyanure de sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C3	IV
	Métal blanc[a]	Cyanure de sodium	Brouillard de cyanure	21-32	C3	IV
Étain	Laiton, bronze, cuivre	Chlorure ferrique, sulfate de cuivre, acide acétique	Brouillard acide	21-32	B3, B4	III, IV[g]
	Laiton, bronze, cuivre[a]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin	21-32	C3	IV
	Laiton, acier	Acide chlorhydrique	Chlorure d'hydrogène	21-32	A2, A3	I, II[g]
	Acier[a]	Hydroxyde de sodium	Brouillard alcalin Vapeur d'eau	21-94	C2	III
Zinc	Aluminium	Acide nitrique	Oxydes d'azote	21-32	A1	I
	Nickel, acier	Hydroxyde de sodium, sodium	Brouillard alcalin Brouillard de cyanure	21-32	C3	IV

Notes

a. Procédé électrolytique.
b. Référence à l'acier lorsque de l'acide chromique ou de l'acide sulfurique sont utilisés.
c. Aussi alliages de plomb.
d. Bassin de nitrate de sodium.
e. Des températures plus élevées, une agitation plus importante ou d'autres conditions de réaction peuvent entraîner un NGR plus élevé.
f. Certaines opérations peuvent entraîner un dégagement d'hydrogène.
g. La classe (NGR) la plus élevée est associée à la plus haute température.
h. Évaluer s'il est nécessaire de contrôler complètement la vapeur d'eau. Autrement, la ventilation générale peut s'avérer suffisante.

Annexe 3

Avantages, inconvénients et paramètres de fonctionnement optimal des différents moyens de contrôle

Tableau 1 : Réduction à la source ou dispositifs complémentaires

Réduction à la source	Avantages	Inconvénients	Paramètres de fonctionnement optimal
Substitution de matière première	• Élimination à la source. • Changement de NGR (et réduction des débits d'air évacués).	• Étapes de recherche et de développement nécessaires.	• S. O.
Mousses et agents tensio-actifs	• Pas d'installation particulière nécessaire. • Application possible à différents contenus de bassin.	• Toxicité de ces substances non déterminée. • Incompatibilité possible avec les substances contenues dans le bassin. • Pas d'éclaboussures provenant des pièces immergées. • Altération possible de la qualité du produit (essais nécessaires). • Nettoyage supplémentaire de l'équipement.	• Les mousses et agents tensio-actifs ne s'emploient que dans certains types de bassins. • La solution doit toujours avoir la bonne concentration de produits. • Les agents tensio-actifs sont utilisés dans les bassins non agités. • Les mousses sont plus performantes dans le cas des procédés agités.
Flotteurs	• Mise en place et entretien faciles. • Coût peu élevé. • Diminution des pertes dues à l'évaporation.	• Possibilité que les pièces des flotteurs collent ou restent prises dans des cavités. • Pas de contrôle sur les émissions provenant des pièces immergées.	• Les flotteurs doivent recouvrir la surface entière du bassin. • Il importe de s'assurer que les billes sont résistantes au produit contenu dans le bassin. • Les flotteurs sont généralement utilisés pour les grands bassins.
Couvercles sur bassins non ventilés	• Réduction des émissions. • Coût peu élevé.	• Fermeture du couvercle requise autant que possible. • Manipulations gênées par le couvercle. • Pas de contrôle sur les émissions provenant des pièces immergées. • Risque d'explosion (il faut couper le courant d'électrolyse avant d'ouvrir le couvercle).	• Le couvercle est un choix judicieux lorsqu'il s'agit de bassins peu utilisés ou de traitements de longue durée. • Il est préférable d'installer un système mécanisé d'ouverture du couvercle. • Le couvercle doit être fixé au bassin. • Des ouvertures doivent être prévues afin d'éviter l'accumulation de pression.
Demi-couvercle	• Réduction des émissions, coût peu élevé et plus grande facilité d'accès au bassin.	• Efficacité réduite par rapport au couvercle complet.	• Le demi-couvercle est un choix pertinent lorsqu'il s'agit de bassins peu utilisés ou que les pièces à traiter sont petites.
Contrôle de température, agitation, pH, densité de courant et concentration des produits	• Maintien d'une qualité uniforme du produit.	• Élaboration et mise en œuvre d'une procédure de contrôle de ces paramètres de fonctionnement.	• Il est essentiel de respecter les spécifications relatives aux procédures. • L'agitation mécanique n'augmente pas l'émission de contaminants. • L'agitation à l'aide d'air comprimé ou soufflé contribue à augmenter l'émission de contaminants.
Bassins en hauteur (creux)	• Réduction de la surface d'émission.	• Accessibilité réduite lors du remplissage, de la vidange et de l'entretien des bassins.	• Les bassins en hauteur sont conçus pour les pièces longues.

Annexe 3

Avantages, inconvénients et paramètres de fonctionnement optimal des différents moyens de contrôle

Tableau 2 : Systèmes de ventilation

Type de système de ventilation			Avantages	Inconvénients	Paramètres de fonctionnement optimal
Captage à la source	Système enveloppant	Enceinte	• Contrôle adéquatement l'émission de contaminants provenant des pièces qui ont été immergées. • Capte très efficacement les contaminants. • N'est que peu influencé par les courants d'air perturbateurs.	• N'est pas recommandé pour les procédés automatisés.	• Est recommandé pour les petites pièces.
		Tunnel	• Contrôle adéquatement l'émission de contaminants provenant des pièces qui ont été immergées. • Capte très efficacement les contaminants. • N'est que peu influencé par les courants d'air perturbateurs.	• Rend obligatoire une protection respiratoire pour accéder au bassin. • Peut permettre un mélange des contaminants (incompatibilité à surveiller).	• Est recommandé pour les procédés automatisés.
	Système d'aspiration à fentes *La vitesse d'aspiration doit être égale à 10 m/s (2000 pi/min)*	Avec couvercle – Sans augmentation de débit	• Contrôle efficacement les contaminants lorsque le couvercle est fermé. • Ne requiert qu'un faible débit d'aspiration.	• Peut gêner les manipulations. • Est moins efficace lorsque le couvercle est ouvert.	• Est conseillé pour les bassins peu utilisés ou les traitements de longue durée. • Requiert si possible une ouverture mécanisée du couvercle pour les procédés automatisés. • Doit être fixé au bassin.
		Avec couvercle – Avec augmentation de débit	• Contrôle efficacement les contaminants, même avec le couvercle ouvert.	• Peut gêner les manipulations. • Nécessite un système de régulation du débit.	• Requiert si possible une ouverture mécanisée du couvercle pour les procédés automatisés. • Doit être fixé au bassin.
		Unilatérale		• Est moins efficace en présence de courants d'air et en l'absence d'écrans latéraux.	• Requiert l'installation d'écrans. • Nécessite une distance entre le niveau du liquide et le rebord du bassin de 15 à 20 centimètres lorsque les pièces sont immergées. • Requiert que l'on tienne compte de la largeur (ℓ) du bassin (voir le tableau 3, p.16).
		Bilatérale (plusieurs fentes)	• Ne restreint pas l'accessibilité aux bassins.		
		Contour (*slot ventilation*)	• Contrôle efficacement les contaminants. • N'encombre pas les bassins. • Est approprié pour les systèmes automatisés.	• Ne contrôle pas les émissions provenant des pièces immergées.	• Nécessite une distance entre le niveau du liquide et le rebord du bassin de 15 à 20 centimètres lorsque les pièces sont immergées. • Requiert que l'on tienne compte de la largeur (ℓ) du bassin (voir le tableau 3, p.16).

Annexe 3

Avantages, inconvénients et paramètres de fonctionnement optimal des différents moyens de contrôle

Type de système de ventilation			Avantages	Inconvénients	Paramètres de fonctionnement optimal
Captage à la source (suite)	Système d'aspiration à fentes (suite) *La vitesse d'aspiration doit être égale à 10 m/s (2000 pi/min)*	Aspiration-soufflage (*push-pull*)	• Requiert un jet d'air pour une efficacité accrue. • Ne gène pas les opérations aux bassins. • Requiert un débit d'air plus faible que les autres systèmes d'aspiration latérale.	• Représente un investissement appréciable. • Voit son efficacité réduite si quelque chose fait obstacle aux jets d'air.	• Requiert une distance entre le niveau du liquide et le rebord du bassin de 15 à 20 centimètres lorsque les pièces sont immergées. • S'installe sur les bassins larges (voir le tableau 3, p.16). • Nécessite que l'angle du jet d'air varie entre 0 et 20° vers la surface du liquide. • La dimension, la distance entre les buses et l'angle des buses influencent l'efficacité du système de captage. • Est influencé par l'angle des buses d'air comprimé. • Nécessite un ajustement précis des débits de soufflage et d'évacuation.
		Hotte supérieure	• Ne gène pas les opérations aux bassins. • Contrôle l'émission de contaminants provenant des pièces immergées.	• Voit son efficacité réduite en présence de courant d'air. • Ne protège pas adéquatement le travailleur lorsqu'il est au-dessus du bassin. • Nécessite des débits d'air importants.	• N'est pas conseillé pour les NGR I et II. • Est conseillé pour les procédés chauds. • Peut requérir un rideau de lattes pour augmenter son efficacité. • Nécessite que la hotte soit près du bassin pour être efficace.
Ventilation générale		Ventilation par déplacement d'air vertical	• Ne gène aucunement les opérations. • Permet de contrôler la température de l'air à proximité des bassins chauds.	• Nécessite des débits d'air importants. • Représente un investissement appréciable.	• Est recommandé pour les procédés chauds. • Requiert que l'air soit tempéré.
		Dilution	• Dilue les contaminants. • Ne gène aucunement les opérations.	• Ne réduit pas l'exposition des travailleurs de façon significative. • Favorise le déplacement et le mélange des contaminants.	• Nécessite une bonne distribution d'air sans toutefois qu'il y ait de courants d'air.

Annexe 4

Estimation des débits d'aspiration

Les tableaux qui suivent permettent d'estimer les débits d'aspiration **minimums** recommandés selon le type de ventilation choisi et les dimensions du bassin.

Les estimations ne tiennent pas compte des courants d'air et supposent un remplacement d'air adéquat (ventilation générale).

Légende :
Q = Débit d'air
V = Vitesse de l'air
A = Aire du bassin, de la section du conduit ou des ouvertures
C = Constante (voir le tableau 1 de l'annexe 4)

1. Ventilation par aspiration-soufflage

$Q_{soufflage}$ [m³/s] = **Constante** [m²/s] x l [m]

et $Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

Note. - L'air est soufflé des buses vers la hotte sur la largeur du bassin (*l*).

2. Aspiration sous couvercle

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x $A_{ouvertures}$ [m²]

Notez bien que le débit que vous déterminez par cette méthode est uniquement valable lorsque le couvercle est fermé. Lorsqu'il est ouvert, le débit doit être augmenté (voir Aspiration sur le contour).

3. Aspiration sur le contour

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

4. Tunnel et 5. Enceinte

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x $A_{section}$ [m²]

Définir l'aire de la section du conduit

6. Aspiration latérale

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

Note. - Les calculs de débit pour un système à déplacement d'air (7) sont complexes et ne seront pas présentés dans ce guide.

8. Hotte supérieure

Dans ce cas, le débit d'aspiration dépend de la vitesse de captage (V), mais aussi de la hauteur à laquelle est placée la hotte par rapport au bassin (H) et du périmètre du bassin (P).

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x P_{bassin} [m] x H_{hotte} [m]

9. Ventilation générale (dilution)

Le débit d'air requis pour la ventilation générale est calculé à partir de l'aire totale du plancher de travail pour une hauteur de plafond de 3,6 :

Q [m³/s] = **Constante** [h^{-1}] x 3,6 [m] x Aire totale du plancher de travail [m²]/3600 [s/h]

$$Q = \frac{\text{CONST X 3,6 X AIRE}}{3600}$$

Note. - Constante = Taux de changements d'air à l'heure [h^{-1}] requis pas le RSST.

Annexe 3

Avantages, inconvénients et paramètres de fonctionnement optimal des différents moyens de contrôle

Type de système de ventilation			Avantages	Inconvénients	Paramètres de fonctionnement optimal
Captage à la source (suite)	Système d'aspiration à fentes (suite) *La vitesse d'aspiration doit être égale à 10 m/s (2000 pi/min)*	Aspiration-soufflage (*push-pull*)	• Requiert un jet d'air pour une efficacité accrue. • Ne gène pas les opérations aux bassins. • Requiert un débit d'air plus faible que les autres systèmes d'aspiration latérale.	• Représente un investissement appréciable. • Voit son efficacité réduite si quelque chose fait obstacle aux jets d'air.	• Requiert une distance entre le niveau du liquide et le rebord du bassin de 15 à 20 centimètres lorsque les pièces sont immergées. • S'installe sur les bassins larges (voir le tableau 3, p.16). • Nécessite que l'angle du jet d'air varie entre 0 et 20° vers la surface du liquide. • La dimension, la distance entre les buses et l'angle des buses influencent l'efficacité du système de captage. • Est influencé par l'angle des buses d'air comprimé. • Nécessite un ajustement précis des débits de soufflage et d'évacuation.
		Hotte supérieure	• Ne gène pas les opérations aux bassins. • Contrôle l'émission de contaminants provenant des pièces immergées.	• Voit son efficacité réduite en présence de courant d'air. • Ne protège pas adéquatement le travailleur lorsqu'il est au-dessus du bassin. • Nécessite des débits d'air importants.	• N'est pas conseillé pour les NGR I et II. • Est conseillé pour les procédés chauds. • Peut requérir un rideau de lattes pour augmenter son efficacité. • Nécessite que la hotte soit près du bassin pour être efficace.
Ventilation générale		Ventilation par déplacement d'air vertical	• Ne gène aucunement les opérations. • Permet de contrôler la température de l'air à proximité des bassins chauds.	• Nécessite des débits d'air importants. • Représente un investissement appréciable.	• Est recommandé pour les procédés chauds. • Requiert que l'air soit tempéré.
		Dilution	• Dilue les contaminants. • Ne gène aucunement les opérations.	• Ne réduit pas l'exposition des travailleurs de façon significative. • Favorise le déplacement et le mélange des contaminants.	• Nécessite une bonne distribution d'air sans toutefois qu'il y ait de courants d'air.

Annexe 4

Estimation des débits d'aspiration

Les tableaux qui suivent permettent d'estimer les débits d'aspiration **minimums** recommandés selon le type de ventilation choisi et les dimensions du bassin.

Les estimations ne tiennent pas compte des courants d'air et supposent un remplacement d'air adéquat (ventilation générale).

Légende :
Q = Débit d'air
V = Vitesse de l'air
A = Aire du bassin, de la section du conduit ou des ouvertures
C = Constante (voir le tableau 1 de l'annexe 4)

1. Ventilation par aspiration-soufflage

$Q_{soufflage}$ [m³/s] = **Constante** [m²/s] x l [m]

et $Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

Note. – L'air est soufflé des buses vers la hotte sur la largeur du bassin (ℓ).

2. Aspiration sous couvercle

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x $A_{ouvertures}$ [m²]

Notez bien que le débit que vous déterminez par cette méthode est uniquement valable lorsque le couvercle est fermé. Lorsqu'il est ouvert, le débit doit être augmenté (voir Aspiration sur le contour).

3. Aspiration sur le contour

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

4. Tunnel et 5. Enceinte

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x $A_{section}$ [m²]

Définir l'aire de la section du conduit

6. Aspiration latérale

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x A_{bassin} [m²]

Note. – Les calculs de débit pour un système à déplacement d'air (7) sont complexes et ne seront pas présentés dans ce guide.

8. Hotte supérieure

Dans ce cas, le débit d'aspiration dépend de la vitesse de captage (V), mais aussi de la hauteur à laquelle est placée la hotte par rapport au bassin (H) et du périmètre du bassin (P).

$Q_{aspiration}$ [m³/s] = **Constante** [m/s] x P_{bassin} [m] x H_{hotte} [m]

9. Ventilation générale (dilution)

Le débit d'air requis pour la ventilation générale est calculé à partir de l'aire totale du plancher de travail pour une hauteur de plafond de 3,6 :

Q [m³/s] = **Constante** [h^{-1}] x 3,6 [m] x Aire totale du plancher de travail [m²]/3600 [s/h]

$$Q = \frac{\text{CONST X 3,6 X AIRE}}{3600}$$

Note. – Constante = Taux de changements d'air à l'heure [h^{-1}] requis pas le RSST.

Annexe 4

Estimation des débits d'aspiration

Tableau 1 : Constantes de ventilation

NGR	ℓ / L[a]	1) Ventilation par aspiration-soufflage – Soufflage	1) Ventilation par aspiration-soufflage – Aspiration	2) Aspiration sous couvercle – Sans augmentation de débit	3) Aspiration sur le contour	4) Tunnel	5) Enceinte	6) Aspiration latérale – Aspiration bilatérale	6) Aspiration latérale – Aspiration unilatérale	7) Déplacement d'air	8) Aspiration par hotte supérieure (sans courants d'air) – Trois faces libres	8) Aspiration par hotte supérieure (sans courants d'air) – Quatre faces libres	9) Ventilation générale
		Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante		Constante	Constante	Constante
I	0 - 0,09	0,10	0,38	1,0	0,38	1,0	0,50	1,15	1,15	Calculs complexes, faire appel à un spécialiste	NE PAS UTILISER[b]		4
	0,10 - 0,24							1,30	1,15				
	0,25 - 0,49							1,50	1,15				
	0,50 - 1							1,70	1,30				
II	0 - 0,09					0,76	0,38	0,75	0,75		0,89 (non recommandé)	1,25 (non recommandé)	
	0,10 - 0,24							0,90	0,75				
	0,25 - 0,49							1,00	0,75				
	0,50 - 1							1,15	0,90				
III	0 - 0,09				0,25	0,66	0,33	0,55	0,55		0,71	1,07	
	0,10 - 0,24							0,65	0,55				
	0,25 - 0,49							0,75	0,55				
	0,50 - 1							0,85	0,65				
IV, V	0 - 0,09					0,50	0,25	0,35	0,35		0,54	0,89	
	0,10 - 0,24							0,45	0,35				
	0,25 - 0,49							0,50	0,35				
	0,50 - 1							0,55	0,45				
VI		Pas de captage à la source – Ventilation générale par dilution seulement											

a. Rapport entre la largeur (ℓ) et la longueur (L) du bassin à ventiler.
b. Sauf pour les procédés chauds.

Annexe 5

Vérification et entretien d'un système de ventilation

Élément de vérification	Problème	Causes possibles	Correctifs proposés[a]
Dispositif de captage (hotte)	• Débordement des contaminants en dehors du dispositif de captage	• Baisse de l'efficacité du système • Présence de courants d'air perturbateurs	• Vérifier l'ensemble des éléments du système • Contrôler les courants d'air • Installer des écrans latéraux
	• Obstruction des ouvertures de captage	• Cristallisation de certaines solutions dans les ouvertures du dispositif de captage ou dans les conduits	• Augmenter la fréquence du nettoyage périodique • Installer une hotte à rideau d'eau • Augmenter la vitesse de captage
Conduits	• Poussières sédimentées à l'intérieur des conduits (dépôts)	• Vitesse de transport insuffisante dans les conduits • Fréquence de nettoyage inadéquate	• Augmenter la vitesse du déplacement d'air dans les conduits (p. ex. : en augmentant le débit d'air aspiré ou en réduisant le diamètre de la section du conduit) • Augmenter la fréquence des nettoyages
	• Fuites	• Corrosion • Mauvaise étanchéité des joints	• S'assurer de la compatibilité entre les contaminants captés et le matériau du conduit • Colmater les fuites
	• Clapets (registres) mal positionnés ou défectueux	• Déplacement non désiré des clapets • Clapets défectueux • Usure des clapets	• Remettre les clapets à la position désirée • Verrouiller les clapets à la position désirée • Changer les clapets
Ventilateur	• Perte de puissance	• Tension de la courroie d'entraînement inadéquate • Courroie usée ou brisée • Alignement des poulies inadéquat • Pales endommagées, corrodées ou encrassées • Moteur qui surchauffe	• Ajuster la tension de la courroie • Remplacer la courroie • Ajuster l'alignement des poulies • Changer le ventilateur • Nettoyer les pales du ventilateur • Effectuer le balancement dynamique du ventilateur • Vérifier les composantes électriques et mécaniques du moteur • Vérifier les spécifications du moteur en fonction de son utilisation • Lubrifier

a. Certaines solutions nécessitent le recours aux services d'un spécialiste.

Annexe 4

Estimation des débits d'aspiration

Tableau 1 : Constantes de ventilation

NGR	ℓ / L[a]	1) Ventilation par aspiration-soufflage – Soufflage	1) Ventilation par aspiration-soufflage – Aspiration	2) Aspiration sous couvercle – Sans augmentation de débit	3) Aspiration sur le contour	4) Tunnel	5) Enceinte	6) Aspiration latérale – Aspiration bilatérale	6) Aspiration latérale – Aspiration unilatérale	7) Déplacement d'air	8) Aspiration par hotte supérieure (sans courants d'air) – Trois faces libres	8) Aspiration par hotte supérieure (sans courants d'air) – Quatre faces libres	9) Ventilation générale
		Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante	Constante		Constante	Constante	Constante
I	0 - 0,09	0,10	0,38	1,0	0,38	1,0	0,50	1,15	1,15	Calculs complexes, faire appel à un spécialiste	NE PAS UTILISER[b]		4
	0,10 - 0,24							1,30	1,15				
	0,25 - 0,49							1,50	1,15				
	0,50 - 1							1,70	1,30				
II	0 - 0,09					0,76	0,38	0,75	0,75		0,89 (non recommandé)	1,25 (non recommandé)	
	0,10 - 0,24							0,90	0,75				
	0,25 - 0,49							1,00	0,75				
	0,50 - 1							1,15	0,90				
III	0 - 0,09				0,25	0,66	0,33	0,55	0,55		0,71	1,07	
	0,10 - 0,24							0,65	0,55				
	0,25 - 0,49							0,75	0,55				
	0,50 - 1							0,85	0,65				
IV, V	0 - 0,09					0,50	0,25	0,35	0,35		0,54	0,89	
	0,10 - 0,24							0,45	0,35				
	0,25 - 0,49							0,50	0,35				
	0,50 - 1							0,55	0,45				
VI		Pas de captage à la source – Ventilation générale par dilution seulement											

a. Rapport entre la largeur (ℓ) et la longueur (L) du bassin à ventiler.
b. Sauf pour les procédés chauds.

Annexe 5

Vérification et entretien d'un système de ventilation

Élément de vérification	Problème	Causes possibles	Correctifs proposés[a]
Dispositif de captage (hotte)	• Débordement des contaminants en dehors du dispositif de captage	• Baisse de l'efficacité du système • Présence de courants d'air perturbateurs	• Vérifier l'ensemble des éléments du système • Contrôler les courants d'air • Installer des écrans latéraux
	• Obstruction des ouvertures de captage	• Cristallisation de certaines solutions dans les ouvertures du dispositif de captage ou dans les conduits	• Augmenter la fréquence du nettoyage périodique • Installer une hotte à rideau d'eau • Augmenter la vitesse de captage
Conduits	• Poussières sédimentées à l'intérieur des conduits (dépôts)	• Vitesse de transport insuffisante dans les conduits • Fréquence de nettoyage inadéquate	• Augmenter la vitesse du déplacement d'air dans les conduits (p. ex. : en augmentant le débit d'air aspiré ou en réduisant le diamètre de la section du conduit) • Augmenter la fréquence des nettoyages
	• Fuites	• Corrosion • Mauvaise étanchéité des joints	• S'assurer de la compatibilité entre les contaminants captés et le matériau du conduit • Colmater les fuites
	• Clapets (registres) mal positionnés ou défectueux	• Déplacement non désiré des clapets • Clapets défectueux • Usure des clapets	• Remettre les clapets à la position désirée • Verrouiller les clapets à la position désirée • Changer les clapets
Ventilateur	• Perte de puissance	• Tension de la courroie d'entraînement inadéquate • Courroie usée ou brisée • Alignement des poulies inadéquat • Pales endommagées, corrodées ou encrassées • Moteur qui surchauffe	• Ajuster la tension de la courroie • Remplacer la courroie • Ajuster l'alignement des poulies • Changer le ventilateur • Nettoyer les pales du ventilateur • Effectuer le balancement dynamique du ventilateur • Vérifier les composantes électriques et mécaniques du moteur • Vérifier les spécifications du moteur en fonction de son utilisation • Lubrifier

a. Certaines solutions nécessitent le recours aux services d'un spécialiste.

Annexe 5

Vérification et entretien d'un système de ventilation

Élément de vérification	Problème	Causes possibles	Correctifs proposés[a]
Circuit électrique	• Arrêt du moteur ou diminution de la performance	• Circuit défectueux • Voltage inadéquat • Filage endommagé • Disjoncteur en position d'arrêt	• Vérifier l'ensemble des circuits en fonction des spécifications du manufacturier • Réparer ou changer les fils endommagés • Remettre le disjoncteur en position de fonctionnement après avoir effectué les vérifications et les réparations nécessaires
Système d'épuration	• Vitesse de captage réduite	• Obstruction des filtres	• Nettoyer le système d'épuration • Changer les filtres • Élaborer un programme de fréquence du changement des filtres
Air de remplacement	• Local en pression négative : – Portes difficiles à ouvrir ou à fermer – Présence de courants d'air lors de l'ouverture des portes	• Volume d'air frais insuffisant par rapport au volume d'air évacué	• Vérifier le fonctionnement du système d'apport d'air frais • Équilibrer les volumes d'air évacués en fonction des volumes d'air frais
	• Rediffusion des contaminants dans les locaux	• Réintroduction des contaminants par la prise d'air frais	• Modifier l'emplacement de la prise d'air frais ou de la cheminée • Augmenter la hauteur de la cheminée de l'air évacué
	• Zones de l'atelier privées d'apport d'air frais	• Mauvaise distribution du système d'apport d'air frais	• Répartir uniformément le volume d'air frais

a. Certaines solutions nécessitent le recours aux services d'un spécialiste.

Annexe 5

Vérification et entretien d'un système de ventilation

Élément de vérification	Problème	Causes possibles	Correctifs proposés[a]
Circuit électrique	• Arrêt du moteur ou diminution de la performance	• Circuit défectueux • Voltage inadéquat • Filage endommagé • Disjoncteur en position d'arrêt	• Vérifier l'ensemble des circuits en fonction des spécifications du manufacturier • Réparer ou changer les fils endommagés • Remettre le disjoncteur en position de fonctionnement après avoir effectué les vérifications et les réparations nécessaires
Système d'épuration	• Vitesse de captage réduite	• Obstruction des filtres	• Nettoyer le système d'épuration • Changer les filtres • Élaborer un programme de fréquence du changement des filtres
Air de remplacement	• Local en pression négative : – Portes difficiles à ouvrir ou à fermer – Présence de courants d'air lors de l'ouverture des portes	• Volume d'air frais insuffisant par rapport au volume d'air évacué	• Vérifier le fonctionnement du système d'apport d'air frais • Équilibrer les volumes d'air évacués en fonction des volumes d'air frais
	• Rediffusion des contaminants dans les locaux	• Réintroduction des contaminants par la prise d'air frais	• Modifier l'emplacement de la prise d'air frais ou de la cheminée • Augmenter la hauteur de la cheminée de l'air évacué
	• Zones de l'atelier privées d'apport d'air frais	• Mauvaise distribution du système d'apport d'air frais	• Répartir uniformément le volume d'air frais

a. Certaines solutions nécessitent le recours aux services d'un spécialiste.

Références

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice*, 24e édition, 2001.

- AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION & AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR EXHAUST SYSTEMS. Norme Z9.1-1991, *Open Surface Tanks - Ventilation and Operation*, 1991.

- CSST, IRSST, AQME, BEAULIER INC. *Qualité de l'air en milieu industriel - Guide de ventilation*, 1998.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, Décret 885-2001 extrait de la Gazette officielle du Québec, 2001.

- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ. ND-1551-121-85, *Ateliers de galvanisation à chaud*, 1985.

- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ. ND-1361-106-82, *Guide pratique de ventilation*, 1982.

- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ. Norme ED-651, *Les cuves de traitement de surface*, 1998.

Bureaux régionaux de la CSST

Abitibi-Témiscamingue

33, rue Gamble Ouest
Rouyn-Noranda (Québec)
J9X 2R3
Tél. (819) 797-6191
1 800 668-2922
Téléc. (819) 762-9325

1185, rue Germain, 2e étage
Val-d'Or (Québec)
J9P 6B1
Tél. (819) 354-7100
1 800 668-4593
Téléc. (819) 874-2522

Bas-Saint-Laurent

180, rue des Gouverneurs
C. P. 2180
Rimouski (Québec)
G5L 7P3
Tél. (418) 725-6100
1 800 668-2773
Téléc. (418) 727-3948

Chaudière–Appalaches

777, rue des Promenades
Saint-Romuald (Québec)
G6W 7P7
Tél. (418) 839-2500
1 800 668-4613
Téléc. (418) 839-2498

Côte-Nord

Bureau 236
700, boulevard Laure
Sept-Îles (Québec)
G4R 1Y1
Tél. (418) 964-3900
1 800 668-5214
Téléc. (418) 964-8230

235, boulevard La Salle
Baie-Comeau (Québec)
G4Z 2Z4
Tél. (418) 294-7300
1 800 668-0583
Téléc. (418) 294-8691

Estrie

Place-Jacques-Cartier
Bureau 204
1650, rue King Ouest
Sherbrooke (Québec)
J1J 2C3
Tél. (819) 821-5000
1 800 668-3090
Téléc. (819) 820-3927

Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine

163, boulevard de Gaspe
Gaspé (Québec)
G4X 2V1
Tél. (418) 368-7800
1 800 668-6789
Téléc. (418) 360-8375

200, boulevard Perron Ouest
New Richmond (Québec)
G0C 2B0
Tél. (418) 392-5091
1 800 668-4595
Téléc. (418) 392-5406

Île-de-Montréal

1, complexe Desjardins
Tour sud, 30e étage
C. P. 3, succursale Place-Desjardins
Montréal (Québec)
H5B 1H1
Tél. (514) 906-3000
Télécopieurs
Montréal – 1 : (514) 906-3133
Montréal – 2 : (514) 906-3232
Montréal – 3 : (514) 906-3330
Montréal – 4 : (514) 906-3434

Lanaudière

432, rue De Lanaudiere
C. P. 550
Joliette (Québec)
J6E 7N2
Tél. (450) 753-2600
1 800 461-4489
Téléc. (450) 756-6832

Laurentides

6e étage
85, rue De Martigny Ouest
Saint-Jérôme (Québec)
J7Y 3R8
Tél. (450) 431-4000
1 800 465-2234
Téléc. (450) 432-1765

Laval

1700, boulevard Laval
Laval (Québec)
H7S 2G6
Tél. (450) 967-3200
Téléc. (450) 668-1174

Longueuil

25, boulevard La Fayette
Longueuil (Québec)
J4K 5B7
Tél. (450) 442-6200
1 800 668-4612
Téléc. (450) 928-5624

Mauricie et Centre-du-Québec

Bureau 200
1055, boulevard des Forges
Trois-Rivières (Québec)
G8Z 4J9
Tél. (819) 372-3400
1 800 668-6210
Téléc. (819) 371-6952

Outaouais

15, rue Gamelin
C. P. 454
Hull (Québec)
J8Y 6P2
Tél. (819) 778-8600
1 800 668-4483
Téléc. (819) 772-3966

Québec

425, rue du Pont
C. P. 4900, succursale Terminus
Québec (Québec)
G1K 7S6
Tél. (418) 266-4000
1 800 668-6811
Téléc. (418) 266-4015

Saguenay–Lac-Saint-Jean

Place-du-Fjord
901, boulevard Talbot
C. P. 5400
Chicoutimi (Québec)
G7H 6P8
Tél. (418) 696-5200
1 800 668-0087
Téléc. (418) 545-3543

Complexe du Parc
6e étage
1209, boulevard du Sacré-Cœur
C. P. 47
Saint-Félicien (Québec)
G8K 2P8
Tél. (418) 679-5463
1 800 668-6820
Téléc. (418) 679-5931

Saint-Jean-sur-Richelieu

145, boulevard Saint-Joseph
C. P. 100
Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
J3B 6Z1
Tél. (450) 359-2100
1 800 668-2204
Téléc. (450) 359-1307

Valleyfield

9, rue Nicholson
Salaberry-de-Valleyfield (Québec)
J6T 4M4
Tél. (450) 377-6200
1 800 668-2550
Téléc. (450) 377-8228

Yamaska

2710, rue Bachand
Saint-Hyacinthe (Québec)
J2S 8B6
Tél. (450) 771-3900
1 800 668-2465
Téléc. (450) 773-8126

77, rue Principale, bureau RC-4
Granby (Québec)
J2G 9B3
Tél. (450) 378-7971
Téléc. (450) 776-7256

26, place Charles-De Montmagny
Sorel-Tracy (Québec)
J3P 7E3
Tél. (450) 743-2727
Téléc. (450) 746-1036

Visitez le site Web de la CSST :
www.csst.qc.ca.

DC 200-16225 (03-05)

Québec